



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

經營學碩士 學位論文

사회연결망 분석을 이용한 컨테이너 정기선 항로
패턴 분석에 관한 연구 : 부산항을 중심으로

A Study on Analysis of Container Liner Service Routes
Pattern Using Social Network Analysis
- Focused on Busan Port



指導教授 柳 東 瑾

2018년 2월

韓國海洋大學校 大學院

海運經營學科

柳 基 珍

本 論文을 柳基珍의 經營學碩士 學位論文으로 認准함

위원장 안 기 명 (인)

위 원 김 광 희 (인)

위 원 류 동 근 (인)



2017年 12月

韓國海洋大學校 大學院

海運經營學科

목 차

Abstract	v
제1장 서론	1
1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구의 범위 및 방법	2
1.3 연구의 구성	2
제2장 부산항 현황 및 선행연구 고찰	4
2.1 부산항 현황	4
2.1.1 부산항 연혁	4
2.1.2 부산항 컨테이너 부두 현황	4
2.1.3 부산항 컨테이너 물동량 현황	7
2.1.4 부산항 컨테이너 정기선 항로 현황	17
2.2 선행연구	19
2.2.1 정기선 해운시장 관련 선행연구	19
2.2.2 해운·항만분야 사회연결망 분석 관련 선행연구	20
제3장 연구방법	23
3.1 사회연결망 분석 개요	23
3.2 중심성(Centrality) 분석	25
3.2.1 연결정도 중심성(Degree Centrality)	25
3.2.2 근접 중심성(Closeness Centrality)	26
3.2.3 매개 중심성(Betweenness Centrality)	28
3.3 네트워크 시각화	29
3.4 분석 소프트웨어	32
제4장 분석결과	33
4.1 분석범위 및 방법	33
4.2 부산항 네트워크 밀도와 거리	33

4.3 부산항 네트워크 시각화	34
4.4 부산항 네트워크 중심성 분석	40
4.4.1 연결정도 중심성 분석	40
4.4.2 근접 중심성 분석	48
4.4.3 매개 중심성 분석	56
4.5 네트워크상 중심성 분석 값과 물동량 변화의 상관관계	64
제5장 결론	66
5.1 연구결과 및 시사점	66
5.2 연구의 한계점 및 향후 연구방향	68
참고문헌	69



List of Tables

Table 1 부산항(북항) 컨테이너 전용부두 시설 현황	5
Table 2 부산항(신항) 컨테이너 전용부두 시설 현황	6
Table 3 전국 컨테이너 처리 물동량	7
Table 4 부산항 컨테이너 처리실적	8
Table 5 부산항 주요 국가별 컨테이너 물동량	10
Table 6 국내 주요 국가별 교역량	11
Table 7 부산항-중국 주요항만별 컨테이너 물동량	12
Table 8 부산항-미국 주요항만별 컨테이너 물동량	12
Table 9 부산항-일본 주요항만별 컨테이너 물동량	13
Table 10 부산항-베트남 주요항만별 컨테이너 물동량	13
Table 11 부산항-멕시코 주요항만별 컨테이너 물동량	14
Table 12 부산항-인도 주요항만별 컨테이너 물동량	14
Table 13 부산항-태국 주요항만별 컨테이너 물동량	15
Table 14 부산항-인도네시아 주요항만별 컨테이너 물동량	15
Table 15 부산항 싱가포르 주요항만별 컨테이너 물동량	15
Table 16 부산항 대만 항만별 컨테이너 물동량	16
Table 17 부산항 말레이시아 항만별 컨테이너 물동량	16
Table 18 부산항 컨테이너 정기선 항로 현황	17
Table 19 부산항 기항 선사 현황	18
Table 20 사회연결망 분석의 역사적 배경	23
Table 21 통계적 분석 방법과 사회연결망 분석 방법의 비교	24
Table 22 힘기반 그래프 배치 알고리즘 종류	29
Table 23 네트워크 밀도와 거리의 비교	34
Table 24 부산항 컨테이너 정기선 네트워크 연결정도 중심성 분석	41
Table 25 부산항 컨테이너 정기선 네트워크 근접 중심성 분석	49
Table 26 부산항 컨테이너 정기선 네트워크 매개 중심성 분석	56
Table 27 부산항 주요 국가 항만별 처리 물동량과 네트워크 간 순위 비교	64

List of Figures

Fig. 1 연구의 구성	3
Fig. 2 부산항 북항과 신항 컨테이너 처리 실적	8
Fig. 3 부산항 컨테이너 처리 실적	8
Fig. 4 연결정도 중심성(Degree Centrality)	26
Fig. 5 근접 중심성(Closeness Centrality)	27
Fig. 6 매개 중심성(Betweenness Centrality)	28
Fig. 7 Kamada & Kawai 알고리즘	30
Fig. 8 Stress Majorization 알고리즘	30
Fig. 9 Eades 알고리즘	31
Fig. 10 Fruchterman & Reingold 알고리즘	31
Fig. 11 부산항 컨테이너 정기선 네트워크(2012년)	35
Fig. 12 부산항 컨테이너 정기선 네트워크(2013년)	36
Fig. 13 부산항 컨테이너 정기선 네트워크(2014년)	37
Fig. 14 부산항 컨테이너 정기선 네트워크(2015년)	38
Fig. 15 부산항 컨테이너 정기선 네트워크(2016년)	39
Fig. 16 연결정도 중심성 분석 결과 스프링 맵(2012년)	43
Fig. 17 연결정도 중심성 분석 결과 스프링 맵(2013년)	44
Fig. 18 연결정도 중심성 분석 결과 스프링 맵(2014년)	45
Fig. 19 연결정도 중심성 분석 결과 스프링 맵(2015년)	46
Fig. 20 연결정도 중심성 분석 결과 스프링 맵(2016년)	47
Fig. 21 근접 중심성 분석 결과 스프링 맵(2012년)	51
Fig. 22 근접 중심성 분석 결과 스프링 맵(2013년)	52
Fig. 23 근접 중심성 분석 결과 스프링 맵(2014년)	53
Fig. 24 근접 중심성 분석 결과 스프링 맵(2015년)	54
Fig. 25 근접 중심성 분석 결과 스프링 맵(2016년)	55
Fig. 26 매개 중심성 분석 결과 스프링 맵(2012년)	59
Fig. 27 매개 중심성 분석 결과 스프링 맵(2013년)	60
Fig. 28 매개 중심성 분석 결과 스프링 맵(2014년)	61
Fig. 29 매개 중심성 분석 결과 스프링 맵(2015년)	62
Fig. 30 매개 중심성 분석 결과 스프링 맵(2016년)	63

A Study on Analysis of Container Liner Service Routes Pattern Using Social Network Analysis : Focused on Busan Port

Ryu, Ki Jin

Department of Shipping Management
The Graduate School of Korea Maritime and Ocean University



Abstract

The shipping and port industry are the most important national industry for Korea's export-oriented economy since most of our trades are done through shipping. Busan Port, which handles 75% of domestic container freight volume, strives to attract more freight volume through improvements such as opening automated terminal facility, in Busan New Port, adjusting the berth from forming a new shipping alliance, and establishing networks with shipping companies. Additionally, Busan Port, which has a global network, is expected to become significantly important for container liner routes and expand freight line services to secure more global freight volumes.

This study analyzes the pattern of container liner route pattern from January 2012 to December 2016 using social network analysis to determine centrality of world's key ports and examines maritime network's infrastructure connected to Busan Port.

Analysis of the port with high degree of centralization, close proximity, and mediation center to Busan Port container terminal route network was Singapore Port. Additionally, analysis of annual ranks of freight handling volume of key national ports was different from Busan Port's container liner route network centrality.

In conclusion, it was confirmed that the eastern port of China, which occupies a high percentage of the volume of cargo handled by Busan Port, is not a hub port of Busan Port when viewed on the Busan container terminal liner network. In addition, even if the number of container liner services in Busan Port increases, it is estimated that the vessels assigned to the liner services will be small to medium in size or that Busan Port will become a feeder port for the Port of Singapore.

Keyword : Busan Port, Container, Liner, Shipping Route, Social Network Analysis(SNA), Centrality



사회연결망 분석을 이용한 컨테이너 정기선 항로 패턴 분석에 관한 연구 : 부산항을 중심으로

류 기 진

해운경영학과
한국해양대학교 대학원

초 록

우리나라는 국내 수출입의 대부분이 해상을 통해 이루어지고 있기 때문에 해운산업과 항만산업은 수출입 중심의 우리 경제구조에서 중요한 국가기간산업이라 할 수 있다. 국내 컨테이너 물동량의 75%를 처리하는 부산항은 자동화 터미널 시설을 갖춘 신항 개장, 신 해운동맹 출범에 따른 선석 조정, 해운 선사와의 네트워크 구축 등의 노력을 통해 지속적으로 물동량 유지에 노력하고 있다. 또한 글로벌 네트워크를 보유하고 있는 부산항은 지속적으로 글로벌 선사 물동량 유치를 위해서 정기선 항로 서비스를 확대하는 노력 등 컨테이너 정기선 항로에 대한 중요도가 높아질 것으로 예상된다.

본 연구는 사회연결망 분석을 활용하여 2012년 1월부터 2016년 12월까지 부산항을 기항하는 컨테이너 정기선 항로 패턴 분석을 통해 세계 주요항만과의 중심성을 파악하여 부산항과 연결되어 있는 항만 네트워크의 구조적인 특성을 살펴보았다.

부산항 컨테이너 정기선 항로 네트워크상에 연결정도 중앙성, 근접중심성, 매개중심성이 높은 항만은 싱가포르항으로 분석되었다. 또한 실제 연도별 부산항 주요 국가 항만별 처리 물동량 순위와 부산항 컨테이너 정기선 항로 네트워크 중심성 분석 결과 간 순위 비교 결과는 서로 상이한 것으로 나타났다.

이를 통해 부산항 처리 물동량의 높은 비율을 차지하고 있는 중국 동부항만이 부산항 컨테이너 정기선 네트워크상에서 보았을 때 부산항의 허브항으로 보기 어렵다는 점을 확인하였다. 또한 부산항 컨테이너 정기선 서비스 항로 수는 증가하더라도 해당 항로에 투입되는 선박이 중소형으로 한정되어 있거나 네트워크상 부산항이 싱가포르항 기항을 위한 피더항(Feeder Port)의 성격을 띄고 있는 것으로 추정된다.

주제어 : 부산항, 컨테이너, 정기선, 항로, 사회연결망 분석(SNA), 중심성



제1장 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

국제통화기금(IMF)은 2017년 4월 18일 세계경제전망(World Economic Outlook)을 통해 세계 경제는 글로벌 투자 및 제조업, 무역 회복세에 힘입어 2017년 3.5%, 2018년 3.6% 성장할 전망이라고 발표했다. 이처럼 세계 경제 회복세로 인해 해상운송 거래량은 113억 4100만 톤으로 전년대비 2.3% 증가할 전망이다. 현재 세계 교역량은 대부분 해상운송을 통해 이루어지고 있기 때문에 해운업은 세계 경제와 밀접한 관계가 있다. 따라서 해운수요는 파생수요로서 해운업의 경기 변동은 실물경제의 경기 변동에 따라 민감하게 반응할 수 밖에 없다.

우리나라는 국내 수출입의 대부분이 해상을 통해 이루어지고 있기 때문에 해운산업과 항만산업은 수출입 중심의 우리 경제구조에서 중요한 국가 기간산업이라 할 수 있다. 최근 한진해운 파산으로 인해 전 세계 해운 시장 내 국적선사 점유율이 급격하게 감소하였으며, 글로벌 네트워크 손실 등 국내 해운업은 지속적으로 불황을 겪었다.

특히 국내 컨테이너 물동량의 75%를 처리하는 부산항은 한진해운 파산 및 중국 항만의 급속한 성장 등으로 인해 물동량이 감소하는 추세였으나 자동화 터미널 시설을 갖춘 신항 개장, 신 해운동맹 출범에 따른 선석 조정, 해운 선사와의 네트워크 구축 등의 노력을 통해 지속적으로 물동량 유ちに 노력하고 있다. 하지만 글로벌 네트워크를 보유한 상위권선사들의 시장 내 물동량 점유율이 갈수록 증가하고 있기 때문에 정기노선 확보를 위해 외국적 선사들의 합병 등 경영환경 변화가 계속될 것으로 보인다. 따라서 글로벌 네트워크를 보유하고 있는 부산항은 지속적으로 글로벌 선사 물동량 유치를 위해서 정기선 항로 서비스를 확대하는 노력 등 컨테이너 정기선 항로에 대한 중요도가 높아질 것으로 예상된다.

본 연구의 목적은 부산항을 기항하는 컨테이너 정기선 항로 패턴 분석을 통해 세계 주요항만과의 중심성을 파악하여 부산항과 연결되어 있는 항만 네트워크의 구조적인 특성을 살펴보고자 한다. 또한 부산항 연계 주요 항만별 처리 물동량과 컨테이너 정기선 네트워크상 간의 영향력을 파악하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 2012년 1월부터 2016년 12월까지 부산항을 기항하는 정기선 서비스 현황자료를 통해 부산항을 입·출항하는 컨테이너 정기선 항로의 패턴을 분석하고자 한다. 이를 위해 부산항을 기항하는 컨테이너 정기선 항로를 파악하고 사회연결망 분석(Social Network Analysis : SNA) 방법 중 연결정도 중심성(Degree Centrality), 근접 중심성(Closeness Centrality), 매개 중심성(Betweenness Centrality)을 활용하여 세계 주요항만 중 부산항의 중심성 및 부산항 연계 주요 항만별 처리 물동량과 컨테이너 정기선 네트워크상의 영향력에 대해 연구하고자 한다.

1.3 연구의 구성

본 연구의 구성은 Fig. 1과 같으며, 1장 서론은 연구의 배경 및 목적을 통해 연구의 필요성을 설명하고, 연구의 범위 및 방법을 설명하므로 전반적인 연구의 흐름에 대해 기술하였다.

2장에서는 부산항 현황으로 연혁, 컨테이너 부두 현황, 부산항 컨테이너 물동량 현황, 부산항 지역별 컨테이너 정기선 항로 현황에 대해 설명하였다. 또한 국내·외 문헌을 통한 관련 선행연구를 진행하여 기존 연구의 한계점을 살펴보았다.

3장에서는 본 연구의 방법론적 접근을 위해 사회연결망 분석의 방법 중 중심성 분석인 연결정도 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성을 중심으로 방법론을 고찰하였다.

4장에서는 사회연결망 분석 방법을 바탕으로 부산항의 컨테이너 정기선 항로 패턴 분석을 통해 중심성의 변화 추이, 부산항 연계 주요 항만별 처리 물동량과 정기선 네트워크 간의 영향력을 분석하였다.

5장에서는 분석결과를 토대로 본 연구의 결론 및 시사점을 정리하고 연구의 한계점, 향후 연구방향에 대해 정리하였다.

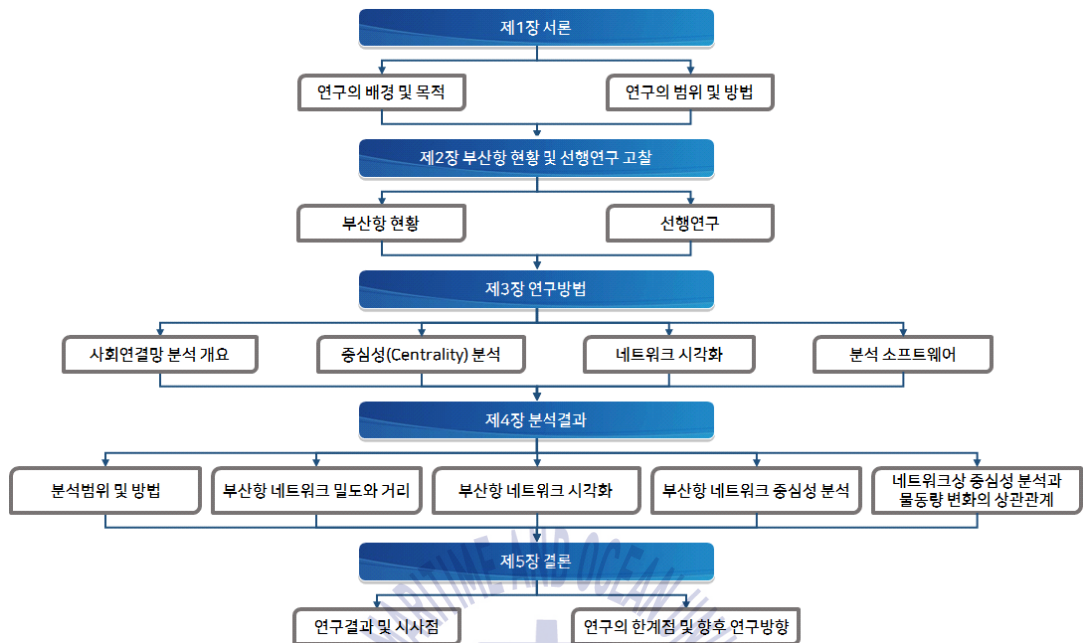


Fig. 1 연구의 구성

제2장 부산항 현황 및 선행연구 고찰

2.1 부산항 현황

2.1.1 부산항 연혁

대한민국의 동남단에 위치하여 태평양과 유라시아대륙을 잇는 관문역할을 하고 있는 부산항은 1876년 부산포라는 이름으로 개항하여 1910년 최초로 제1부두가 축조된 후 1974년 부산항 개발 1단계, 1978년 부산항 제2단계 개발로 인해 연간 하역능력은 지속적으로 증가하였다. 또한 부산항의 컨테이너 물동량은 급증하고 있는데 비해 항만시설의 부족, 컨테이너선의 대형화에 비해 시설낙후로 인한 문제점을 해결하기 위해 1997년 부산항과 인접한 가덕도 일원에 대규모 컨테이너 터미널을 건설하기로 하였다.

부산항은 201척의 선박이 동시에 접안할 수 있는 30.7km의 안벽시설을 보유하고 있다. 또한 부산 신항의 경우 총 12,390천 TEU, 부산 북항의 경우 총 7,262천 TEU 컨테이너 하역능력을 갖추고 있으며¹⁾, 국내 제1의 컨테이너항만 및 세계 6위의 컨테이너항만으로 성장했다. 2016년 부산항은 컨테이너 처리 물동량 약 19,456천 TEU를 달성하였으며, 세계 제2대 환적항으로 육성하기 위한 노력을 지속하고 있다.

2.1.2 부산항 컨테이너 부두 현황

부산항은 현재 북항과 신항으로 나뉘어 총 10개의 컨테이너 터미널이 운영 중이며, 부산 북항에 자성대부두(한국 허치슨(주)), 신선대부두, 감만부두(부산항터미널(주)), 신감만부두(동부 부산 컨테이너 터미널(주)), 우암부두가 있고, 신항에는 PNIT(부산신항국제터미널(주)), PNC(부산신항만(주)), HJNC(한진해운 신항만(주)), BNCT(부산신항 컨테이너 터미널(주))이 있다. 부산항 컨테이너 터미널의 총 면적은 7,065천㎡에 전면수심은 최소 11m에서 최대 18m를 보유하고 있으며, 부두길이는 최소 500m에서 최대 2,000m이다.

1) 해양수산부, 2015. 컨테이너항만 적정하역능력 재산정.

Table 1 부산항(북항) 컨테이너 전용부두 시설 현황

구분		자성대	신선대	감만	신감만	우암
사업기간		1974~1996	1985~1997	1991~1997	1995~2001	1995~2014
총사업비(억 원)		1,084	2,226	4,724	1,781	535
운영개시		1978.09	1991.06	1998.04	2002.04	1996.09
운영회사		한국허치슨(주)	부산항터미널(주)		동부부산 컨테이너 터미널(주)	-
시설 현 황	종업원수	391명	537명	478명	345명	-
	부두길이	1,447m	1,500m	1,400m	826m	500m
	전면수심	15m	15~16m	15m	15m	11m
	하역능력	1,700천 TEU	2,000천 TEU	1,560천 TEU	780천 TEU	-
	접안능력	5만 톤급 4척 1만 톤급 1척	5만 톤급 5척	5만 톤급 4척	5만 톤급 2척 5천 톤급 1척	2만 톤급 1척 5천 톤급 2척
	부지면적	624천㎡	1,170천㎡	727천㎡	294천㎡	182천㎡
	CY면적	335천㎡	804천㎡	384천㎡	153천㎡	156천㎡
	건물면적	38천㎡	82천㎡	25천㎡	3천㎡	5천㎡
	CFS	19천㎡	59천㎡	4.8천㎡	5.5천㎡	-
	철도 인입선	980m	925m	10.2m	-	-
	주요 하역장비	·C/C 14기 (13열 1기 15 열 3기 18열 3기 20열 7기) ·T/C 33기 ·T/H 9기 ·R/S 5대 ·Y/T 78대 ·F/L 11대 ·샤시 337대	·C/C 15기 (16열 4기 18 열 3기 20열 5기 22열 3기) ·T/C 42기 ·T/H 9대 ·R/S 6대 ·Y/T 84대 ·F/L 5대 ·샤시 174대	·C/C 11기 (18열 7기 22 열 4기) ·T/C 30기 ·T/H 1대 ·R/S 8대 ·Y/T 54대 ·F/L 2대 ·샤시 159대	·C/C 7기 (18열 4기 22 열 3기) ·T/C 19기 ·R/S 3대 ·Y/T 39대 ·F/L 1대 ·샤시 64대	·C/C 5기 (13열 5기) ·T/C 12기 ·R/S 2대 ·Y/T 25대 ·샤시 50대

자료 : 부산항만공사 홈페이지(2017)

주 : CJ대한통운 부산컨테이너터미널과 부산 인터내셔널터미널 간 운영사 통합(2016.11.15.)

Table 2 부산항(신항) 컨테이너 전용부두 시설 현황

구분		PNIT	PNC	HJNC	HPNT	BNCT
사업기간		1995~2009		2001~2009	2001~2010	2004~2013
총사업비(억원)		10,746		3,881	4,118	5,108
운영개시		2010.03	2009.06	2009.02	2010.02	2012.01
운영회사		부산신항 국제터미널(주)	부산 신항만(주)	한진해운 신항만(주)	현대부산 신항만(주)	부산신항 컨테이너 터미널(주)
시설 현 황	종업원수	444명	618명	600명	618명	420명
	부두길이	1,200m	2,000m	1,100m	1,150m	1,400m
	전면수심	16m	16~17m	18m	16~17m	17m
	하역능력	1,380천 TEU	2,730천 TEU	1,600천 TEU	1,600천 TEU	1,920천 TEU
	접안능력	5만 톤급 3척	5만 톤급 6척	5만 톤급 2척 2만 톤급 2척	5만 톤급 2척 2만 톤급 2척	5만 톤급 4척
	부지면적	840천 m ²	1,202천 m ²	688천 m ²	553천 m ²	785천 m ²
	CY면적	384천 m ²	416천 m ²	283천 m ²	213천 m ²	388천 m ²
	건물면적	42.6천 m ²	11천 m ²	15.7천 m ²	10.3천 m ²	4.3천 m ²
	CFS	5.4천 m ²	2.5천 m ²	1.1천 m ²	1.4천 m ²	540m ² (CIS)
	철도인입선	-	8선로 600~745m	-	-	4선로 743m×4
	주요 하역장비	·C/C 9기 (22열 9기) ·T/C 28기 ·T/H 4대 ·R/S 2대 ·Y/T 54대 ·F/L 7대 ·샤시 68대	·C/C 17기 (22열 9기 24열 8기) ·T/C 58기 ·R/S 3대 ·Y/T 130대 ·샤시 203대 ·E/H 13대	·C/C 12기 (24열 12기) ·T/C 42기 ·R/S 3대 ·Y/T 96대 ·F/L 7대 ·샤시 213대 ·E/H 3대	·C/C 11기 (24열 11기) ·T/C 38기 ·R/S 4대 ·Y/T 85대 ·F/L 5대 ·샤시 160대 ·E/H 2대	·C/C 8기 (24열 8기) ·T/C 38기 ·S/C 20대 ·R/S 2대 ·Y/T 10대 ·F/L 4대 ·샤시 50대 ·E/H 2대

자료 : 부산항만공사 홈페이지(2017)

2.1.3 부산항 컨테이너 물동량 현황

전국 컨테이너 처리 물동량을 보면 2016년 기준 26,005천TEU 중 부산항 19,456천 TEU, 광양항 2,250천TEU, 인천항 2,680천TEU를 처리함으로써, 이 세 개 항만은 전국컨테이너 물동량의 약 94%를 처리하였다. 부산항의 경우 개항 이후 물동량 처리 실적은 지속적으로 증가하였으며 연평균 3.8% 증가율('11년~'16년)을 보이고 있으며, 이는 전국 컨테이너 처리 물동량 연평균 증가율과 비슷한 추세를 보인다.

Table 3 전국 컨테이너 처리 물동량

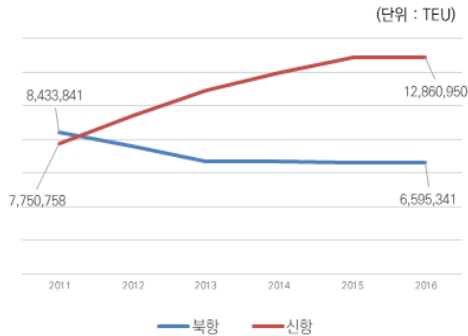
(단위 : 천TEU, %)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	연평균
전국	21,611	22,550	23,469	24,798	25,681	26,005	3.8%
부산항	16,185	17,046	17,686	18,683	19,469	19,456	3.8%
광양항	2,085	2,154	2,285	2,338	2,327	2,250	1.5%
인천항	1,998	1,982	2,161	2,335	2,377	2,680	6.0%
평택·당진항	530	517	519	546	566	623	3.3%
울산항	327	373	386	392	385	423	5.3%
포항항	129	143	115	137	91	91	-6.7%
목포항	99	105	94	106	135	129	5.4%
대산항	55	63	64	82	105	112	15.3%
군산항	122	65	43	48	45	57	-14.1%
제주항	27	40	30	47	57	51	13.6%
기타	54	62	88	83	125	134	19.9%

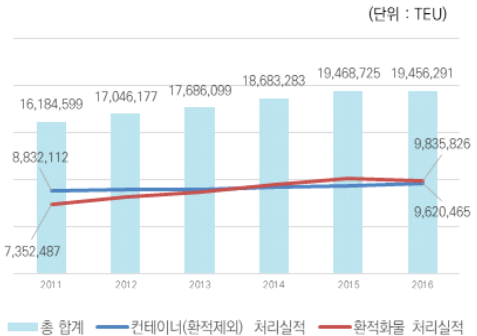
자료 : 해운항만물류정보센터(SP-IDC), 2017, 항만별 화물처리실적통계

부산항의 2016년 컨테이너 처리실적은 수출입물동량 9,363천 TEU, 환적물동량 10,105천 TEU, 연안물동량 10천 TEU 등 총 19,468천 TEU를 처리하였다. 또한 현재 세계 3위 환적항인 부산항은 2016년 기준 총 컨테이너 처리실적 중 약 50.6% 비율을 차지할 만큼 환적화물의 비중이 높다.

그리고 부산항 북항 터미널의 처리실적은 신항으로 물동량 이전에 따라 2011년 기점으로 신항이 북항의 처리실적을 추월한 이후 점점 감소하는 추세이며 신항은 2011년에서 2014년 사이에 처리실적이 두 배 가까이 증가하였다.



자료 : 부산항만공사(2017)



자료 : 부산항만공사(2017)

Fig. 2 부산항 북항과 신항 컨테이너 처리 실적

Fig. 3 부산항 컨테이너 처리 실적

또한 부산 신항의 터미널 중에서도 2부두인 PNC가 2016년 기준 가장 많은 컨테이너 물동량(신항전체의 36%)을 처리하고 있다.

Table 4 부산항 컨테이너 처리실적

구분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
수출입	8,707,996	8,808,136	8,933,444	9,253,926	9,363,396	9,620,465
환적	7,352,487	8,147,546	8,748,453	9,426,355	10,105,318	9,835,826
연안	124,116	90,496	4,202	3	10	-
합계	16,184,599	17,046,177	17,686,099	18,683,283	19,468,725	19,456,291
자성대	1,479,792	1,286,489	1,366,534	1,476,998	1,729,414	1,867,428
신선대	2,570,853	2,372,698	1,744,861	2,190,665	2,018,571	1,956,757
감만	1,840,877	1,628,853	1,465,206	1,136,003	1,132,395	1,171,826
신감만	1,240,844	1,141,941	1,032,732	1,185,608	1,110,635	1,069,650
우암	640,337	569,922	514,920	46,862	-	-
기타부두	661,138	603,584	598,479	680,754	599,863	529,680
북항소계	8,433,841	7,603,487	6,722,732	6,716,888	6,590,878	6,595,341
PNIT	928,169	1,220,233	1,747,307	1,712,729	2,420,860	2,418,702
PNC	3,218,742	3,280,016	3,299,457	3,895,202	4,296,220	4,626,435
HJNC	2,018,238	2,442,636	2,375,614	2,467,741	2,555,966	1,925,545
HPNT	1,576,722	1,988,675	2,391,890	2,552,383	2,320,661	2,322,166
BNCT	21	459,969	1,099,366	1,305,610	1,261,535	1,541,859
기타부두	8,866	51,163	49,734	32,731	22,604	26,242
신항소계	7,750,758	9,442,691	10,963,367	11,966,395	12,877,847	12,860,950

자료 : 부산항만공사(2017), 부산항 컨테이너수송통계

부산항의 주요 국가별 컨테이너 물동량 현황(2012~2016년)을 살펴보면 중국, 미국, 일본 물동량이 가장 많으며 전체 컨테이너 물동량 중 50% 이상의 비율을 차지하고 있는 만큼 부산항은 중국, 미국, 일본과의 교역에 매우 높은 영향을 받고 있다.

베트남의 경우 2012년부터 2016년까지 물동량 증가율을 보았을 때 13.9%로 가장 높다. 베트남은 WTO 가입, 아세안경제공동체(AEC) 참가, 양자간·다자간 자유무역협정(FTA) 확대 등 정부가 적극적으로 대외무역 확장을 위해 노력하고 있다. 따라서 베트남의 대외교역이 성장세를 보이면서 외국기업들의 투자가 지속적으로 증가하고 있다. 특히 한국도 베트남에 대한 투자가 지속적으로 증가하면서 2016년 기준 국내 국가별 교역량이 중국, 미국, 일본 다음으로 4위를 차지함으로써 국내 컨테이너 물동량의 75%를 처리하는 부산항을 기준으로 베트남의 물동량 증가율도 가장 높다.

또한 베트남 다음으로 멕시코가 물동량 증가율이 10.5%로 높다. 멕시코 내 글로벌 제조업 기업들의 진출로 인해 물동량이 증가하면서 멕시코는 중남미에서 2번째로 항만 네트워크가 우수한 국가로 성장하였다. 특히 만자닐로(Manzanillo)항은 멕시코 교역의 중심지로 정부의 항만투자가 지속적으로 이뤄지고 있으며, 수입물량의 20%가 한국 물동량으로 비중이 높다. 현재 한국 기업인 삼성전자와 동부대우전자 등이 중국 등에서 원자재를 수입하고 라틴아메리카로 자사 제품을 수출하는 통로로 사용 중이며, 멕시코로 진출하는 한국 업체가 증가함에 따라 물동량이 증가할 것으로 전망된다.

Table 5 부산항 주요 국가별 컨테이너 물동량

(단위 : 천TEU)

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	증가율	비중
중국	4,126	4,350	4,658	4,984	4,905	4.4%	25.2%
미국	2,429	2,425	2,528	2,812	2,834	3.9%	14.6%
일본	2,594	2,758	2,804	2,755	2,811	2.0%	14.4%
베트남	322	393	436	496	545	14.1%	2.8%
멕시코	349	331	377	473	541	11.6%	2.8%
대한민국	322	351	400	399	458	9.2%	2.4%
인도	308	331	327	334	382	5.5%	2.0%
러시아	564	586	525	403	370	-10.0%	1.9%
태국	286	313	315	313	347	5.0%	1.8%
인도네시아	280	305	294	298	344	5.3%	1.8%
호주	360	366	340	380	339	-1.5%	1.7%
독일	322	330	375	350	322	0.0%	1.7%
대만	236	284	307	281	305	6.6%	1.6%
아랍에미리트연합	298	354	403	362	286	-1.0%	1.5%
말레이시아	237	273	249	241	277	4.0%	1.4%
홍콩	246	257	257	228	230	-1.7%	1.2%
싱가포르	307	302	284	240	219	-8.1%	1.1%
브라질	276	263	255	229	199	-7.9%	1.0%
기타	3,097	3,112	3,550	3,892	3,741	4.8%	19.2%
합계	16,955	17,682	18,683	19,469	19,456	3.5%	100.0%

자료 : 부산항만공사(2017), 부산항 항만물류정보시스템

주 : 2016년도 기준으로 비중 계산

Table 6 국내 주요 국가별 교역량

(단위 : 백만 불)

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
중국	215,107	228,922	235,370	227,374	211,413
미국	101,866	103,564	115,568	113,857	109,678
일본	103,159	94,692	85,952	71,430	71,822
베트남	21,665	28,263	30,342	37,576	45,126
멕시코	11,634	12,028	14,115	14,356	13,416
러시아	22,451	22,645	25,798	15,994	13,409
호주	32,238	30,348	30,696	27,268	22,677
아랍에미리트연합	21,977	23,861	23,406	14,691	12,811
독일	25,155	27,244	28,870	27,177	25,360
인도	18,843	17,556	18,057	16,270	15,786
태국	13,574	13,303	12,944	11,216	11,044
인도네시아	29,631	24,758	23,627	16,723	14,894
대만	28,827	30,332	30,767	28,658	28,624
말레이시아	17,520	19,684	18,681	16,345	15,041
싱가포르	32,564	32,658	35,053	22,953	19,265
브라질	16,371	15,261	13,829	9,554	7,901
홍콩	34,665	29,686	29,006	31,911	34,397
기타	320,207	320,413	326,098	259,902	228,955
합계	1,067,454	1,075,218	1,098,179	963,255	901,619

자료 : 한국무역협회(2017), 국내 국가별 수출입통계

부산항과 연결된 중국 항만별 컨테이너 물동량을 살펴보면 2016년 기준 텐진(Tianjin)항은 1,264,440 TEU, 칭다오(Qingdao)항 922,811 TEU, 상하이(Shanghai)항 795,611 TEU 순으로 부산항 컨테이너 처리 물동량 부분을 차지하고 있다. 특히 선전(Shenzhen)항이 2012년부터 2016년까지 물동량 증가율이 가장 높게 나타났다.

Table 7 부산항-중국 주요항만별 컨테이너 물동량

(단위 : TEU)

항만	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	증가율
Tianjin	1,053,572	1,033,992	1,177,300	1,425,688	1,264,440	4.7%
Qingdao	811,001	881,634	909,863	948,797	922,811	3.3%
Shanghai	705,948	786,787	808,588	791,793	795,611	3.0%
Dalian	547,649	559,775	582,981	616,200	595,881	2.1%
Ningbo	288,100	356,992	362,185	335,488	350,426	5.0%
Shenzhen	176,528	177,397	211,004	233,537	281,207	12.3%
기타	542,990	553,480	606,362	632,096	694,434	6.3%
합계	4,125,787	4,350,056	4,658,283	4,983,599	4,904,808	4.4%

자료 : 부산항만공사(2017), 부산항 항만물류정보시스템

미국의 경우에는 롱비치(Long Beach)항이 2016년 기준 629,648 TEU를 처리하면서 부산항 컨테이너 처리 물동량이 제일 높게 나타났다. 또한 2014년 이전까지 가장 많은 물동량을 처리한 로스앤젤레스(Los Angeles)항은 물동량이 감소하는 추세를 보이며 연평균 증가율이 -6.1%로 감소하는 것으로 나타났다.

Table 8 부산항-미국 주요항만별 컨테이너 물동량

(단위 : TEU)

항만	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	증가율
Longbeach	395,545	456,970	464,253	678,803	629,648	12.3%
Losangeles	600,852	522,302	533,281	461,670	467,816	-6.1%
Seattle	252,882	219,443	233,698	247,712	240,191	-1.3%
Savannah	244,163	253,192	285,507	328,157	297,542	5.1%
Newyork	191,444	203,143	195,893	218,000	191,525	0.0%
Oakland	175,206	170,720	159,649	178,514	173,993	-0.2%
기타	568,482	599,030	655,522	698,704	833,772	10.0%
합계	2,428,572	2,424,798	2,527,803	2,811,559	2,834,487	3.9%

자료 : 부산항만공사(2017), 부산항 항만물류정보시스템

일본의 경우에는 주요 항만 이외 기타항만에도 많은 컨테이너 물동량을 처리하고 있다. 이 중 도쿄(Tokyo)항과 오사카(Osaka)항은 점차적으로 컨테이너 처리 물동량이 감소하고 있는 것으로 나타났고, 하카타(Hakata), 요코하마(Yokohama) 및 나고야(Nagoya)항은 점차 증가 추세이다.

Table 9 부산항-일본 주요항만별 컨테이너 물동량

(단위 : TEU)

항만	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	증가율
Hakata	240,822	228,180	244,675	237,200	245,824	0.5%
Tokyo	247,038	262,206	243,279	215,827	210,235	-4.0%
Osaka	252,150	251,010	256,583	212,714	205,393	-5.0%
Yokohama	175,964	187,739	195,102	201,423	200,333	3.3%
Nagoya	139,265	166,446	167,887	183,071	171,252	5.3%
Kobe	125,996	140,620	146,897	155,795	128,002	0.4%
기타	1,412,967	1,522,088	1,549,604	1,548,592	1,649,972	4.0%
합계	2,594,201	2,758,289	2,804,026	2,754,622	2,811,010	2.0%

자료 : 부산항만공사(2017), 부산항 항만물류정보시스템

부산항의 주요 국가별 컨테이너 물동량 증가율이 가장 높게 나온 베트남의 경우 대부분의 항만이 높은 증가율을 보이는 것으로 나타났다. 호치민(Hochiminh)항의 경우 2016년 기준 일본 내 항만들보다 높은 321,443 TEU를 처리했다.

Table 10 부산항-베트남 주요항만별 컨테이너 물동량

(단위 : TEU)

항만	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	증가율
Hochiminh	199,265	228,280	253,197	272,983	321,443	12.7%
Haiphong	114,861	152,867	158,790	197,094	200,318	14.9%
Vungtau	1,569	4,041	10,673	8,904	9,203	55.6%
Catlai	3,547	3,563	6,795	8,165	6,336	15.6%
Danang	2,543	3,304	5,669	6,170	7,182	29.6%
Quinhon	274	595	550	2,469	690	26.0%
기타	98	245	62	41	45	-17.7%
합계	322,157	392,895	435,736	495,825	545,218	14.1%

자료 : 부산항만공사(2017), 부산항 항만물류정보시스템

멕시코의 만자닐로(Manzanillo)항은 부산항 컨테이너 처리 물동량이 지속적으로 증가하고 있다. 또한 라사로카르테나스(Lazarocardenas)항은 물동량 증가율이 가장 높게 나타났다으며, 멕시코수도인 멕시코시티(Mexicocity)나 미국의 휴스턴(Houston)까지 가까운 거리상의 이점으로 컨테이너 물동량이 지속적으로 증가할 것으로 예측되고 있다.

Table 11 부산항-멕시코 주요항만별 컨테이너 물동량

(단위 : TEU)

항만	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	증가율
Manzanillo	226,647	222,954	249,713	310,191	332,150	10.0%
Lazarocardenas	73,794	73,821	82,017	117,890	153,299	20.1%
Ensenada	33,998	24,791	30,776	37,680	48,421	9.2%
Mexicocity	6,530	3,064	5,637	1,406	371	-51.2%
Progreso	2,138	1,197	1,494	1,423	1,107	-15.2%
Mazatlan	807	1,001	775	1,416	1,596	18.6%
기타	4,768	3,891	6,252	3,046	4,345	-2.3%
합계	348,682	330,719	376,664	473,052	541,289	11.6%

자료 : 부산항만공사(2017), 부산항 항만물류정보시스템

인도는 국가 전체 물동량의 95%를 해상운송을 통해 이뤄지고 있으며, 지리적 위치상 해상운송에서 주요거점지에 위치하고 있으며, 동아시아 무역협정 이후 세계 여러 나라와 국제 교역 물동량이 증가하는 추세이다. 이에 부산항과 인도 간 항만별 컨테이너 물동량 처리도 모든 항만에 걸쳐 지속적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다.

Table 12 부산항-인도 주요항만별 컨테이너 물동량

(단위 : TEU)

항만	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	증가율
Jawaharlalnehru	162,508	170,791	154,361	165,317	168,444	0.9%
Chennai	86,058	90,622	99,095	91,576	119,887	8.6%
Mundra	6,911	6,652	7,186	13,930	25,873	39.1%
Pipavav	14,365	24,480	23,334	27,022	15,261	1.5%
Calcutta	9,814	11,466	15,162	13,053	14,077	9.4%
기타	28,356	26,860	27,391	23,055	38,601	8.0%
합계	308,012	330,870	326,528	333,953	382,142	5.5%

자료 : 부산항만공사(2017), 부산항 항만물류정보시스템

부산항과 태국 항만과의 컨테이너 물동량을 살펴보면 2016년 기준 램차방(Laemchabang)항 196,852 TEU, 방콕(Bangkok)항 148,348 TEU 처리하였으며, 지속적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다.

Table 13 부산항-태국 주요항만별 컨테이너 물동량

(단위 : TEU)

항만	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	증가율
Laemchabang	156,050	176,320	184,873	167,688	196,852	6.0%
Bangkok	127,188	134,380	128,074	144,065	148,348	3.9%
Songkhla	2,089	1,722	1,544	1,282	1,538	-7.4%
Latkrabang	8	358	808	105	134	102.3%
기타	308	12	24	14	128	-19.7%
합계	285,643	312,792	315,323	313,154	347,000	5.0%

자료 : 부산항만공사(2017), 부산항 항만물류정보시스템

인도네시아는 1만 7000개의 섬으로 이뤄진 국가로 섬들 간의 화물 운송은 주로 해상 운송을 통해 이뤄지고 있지만 실제 국제 무역항은 자카르타(Jakarta)항과 수라바야(Surabaya)항 두 군데에 불과하다. 2016년 기준으로 부산항과 인도네시아 간 컨테이너 물동량 처리도 두 항만이 약 91%를 처리하는 것으로 나타났다.

Table 14 부산항-인도네시아 주요항만별 컨테이너 물동량

(단위 : TEU)

항만	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	증가율
Jakarta	204,266	230,084	216,108	211,014	221,198	2.0%
Surabaya	44,728	51,228	54,057	59,474	92,593	19.9%
기타	30,623	23,770	23,747	27,670	30,669	0.0%
합계	279,617	305,082	293,912	298,158	344,459	5.4%

자료 : 부산항만공사(2017), 부산항 항만물류정보시스템

싱가포르는 전 세계 컨테이너 환적물동량이 가장 많은 처리하는 항만이다. 하지만 부산항과 싱가포르 간 컨테이너 물동량은 지속적으로 감소하고 있는 것으로 나타났다.

Table 15 부산항 싱가포르 주요항만별 컨테이너 물동량

(단위 : TEU)

항만	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	증가율
Singapore	306,983	301,487	283,572	239,258	218,539	-8.1%
기타	-	212	-	830	12	-
합계	306,983	301,699	283,572	240,088	218,551	-8.1%

자료 : 부산항만공사(2017), 부산항 항만물류정보시스템

대만 가오슝(Kaohsiung)항은 동남아시아를 대표하는 항만으로써 2012년 이후 부산항과의 컨테이너 물동량 처리량이 지속적으로 증가하고 있으며, 2016년 기준 185,560 TEU를 처리하는 것으로 나타났다. 기룽(Keelung)항은 감소하는 추세를 보이는 반면 타이베이(Taipei)는 높은 증가율을 보이고 있다.

Table 16 부산항 대만 항만별 컨테이너 물동량

(단위 : TEU)

항만	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	증가율
Kaohsiung	144,294	180,187	186,450	153,166	185,560	6.5%
Keelung	55,072	60,260	68,037	50,022	43,277	-5.8%
Taipei	14,804	20,717	26,700	39,759	43,276	30.8%
Taichung	21,342	22,070	22,091	28,735	33,133	11.6%
기타	263	347	3,382	9,408	9	-57.0%
합계	235,775	283,581	306,660	281,090	305,254	6.6%

자료 : 부산항만공사(2017), 부산항 항만물류정보시스템

세계 주요 환적항만 중 대표적인 말레이시아의 포트클랑(Portklang)항과 탄중펠레파스(Tanjungpelepas)항은 2012년부터 2016년까지의 부산항 컨테이너 물동량 처리 연평균 증가율은 증가하는 것으로 나타났다. 또한 파시르구당(Pasirgudang)항은 19.2%로 높은 증가율로 나타났다.

Table 17 부산항 말레이시아 항만별 컨테이너 물동량

(단위 : TEU)

항만	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	증가율
Portklang	145,456	163,795	147,118	146,333	168,184	3.7%
Tanjungpelepas	41,043	60,312	53,258	41,149	41,572	0.3%
Penang	27,784	28,268	28,190	25,595	29,198	1.2%
Pasirgudang	14,168	12,846	14,366	21,244	28,567	19.2%
Kuantan	2,534	2,028	1,760	2,031	3,558	8.9%
Bintulu	1,849	2,823	2,171	1,728	3,208	14.8%
기타	4,070	3,329	2,229	2,536	2,384	-12.5%
합계	236,904	273,402	249,092	240,616	276,671	4.0%

자료 : 부산항만공사(2017), 부산항 항만물류정보시스템

2.1.4 부산항 컨테이너 정기선 항로 현황

본 논문에서 연구하고자 하는 부산항의 입·출항 컨테이너 정기선 항로 패턴 분석을 위해 관련 유관기관에서 공시하는 자료를 수집하였다. 부산항 컨테이너 정기선 항로 현황을 재정리하였으며, 이를 통해 2012년부터 2016년까지 부산항 컨테이너 정기선 항로 패턴 변화를 알아보고자 한다.

Table 18 부산항 컨테이너 정기선 항로 현황

(단위 : 개, %)

구분	서비스 개수										
	일본	동남아	중국	북미	남미	유럽	러시아	중동	대양주	기타	계
2012년	68.5	77	45	50.5	39	24.5	13.5	12	27	1	358
2013년	71.5	85	42.5	57	33.5	30	11	11.5	25	1	368
2014년	71	91	48	57	41	29	12	14.5	22	3.5	389
2015년	79	105	62.5	65	46	32.5	9.5	25.5	26	4	455
2016년	89	138	62	91	52	34	12	26	26	1	531
증감	10	33	-0.5	26	6	1.5	2.5	0.5	0	-3	76
비중	16.8	26	11.7	17.1	9.8	6.4	2.3	4.9	4.9	0.2	100

자료 : 부산항만공사 부산항 통계책자, 부산항 컨테이너화물 처리 및 수송 통계 재정리(2012년~2016년)

주 : 1,000TEU 이상 처리 실적에 있는 선사만 포함(선사 공동운항 중복 포함) / '17년 1월 기준

부산항 컨테이너 정기선 항로 현황을 살펴보면 2012년 358개의 정기선 항로가 2016년 531개로 173개 항로가 증가한 것을 알 수 있다. 그리고 부산항 주요 국가별 컨테이너 물동량 현황에서 기술한 베트남의 물동량 증가세가 한국-동남아시아 컨테이너 항로 증가에도 긍정적 영향을 미쳤다는 것을 간접적으로 확인 할 수 있었다. 이는 부산항이 기존 중국, 일본, 북미와의 교역을 중심으로 하는 항만에서 동남아시아 시장과의 교역이 증대함에 따라 이 지역의 신규노선 항만이 점차적으로 증가하고 있음을 나타낸다.

또한 부산항은 국내 최대의 컨테이너 항만으로써 컨테이너 정기선 서비스 수가 지속적으로 증가함과 동시에 국내에서 가장 많은 서비스 항로 수를 보유하고 있다. 특히 국내 광양, 인천항과 다르게 유럽, 남미, 중동, 대양주, 아프리카까지 운항하는 항로의 개설을 통해 정기선 항로가 다변화 되고 있다는 것으로 나타났다.

이러한 부산항 컨테이너 정기선 항로를 운항하는 선사로는 Table 19와 같다. 2017년 1월 기준으로 부산항 기항 선사 현황을 보면 국적 15개사, 외국적 38개사로 나타난다.

Table 19 부산항 기항 선사 현황

순번	선사명	국적	순번	선사명	국적
1	고려해운	대한민국	28	CCNI	칠레
2	고려해리		29	MSC	스위스
3	남성해운		30	Norasia	
4	동영해운		31	MCC	싱가포르
5	동진상선		32	PIL	
6	범주해운		33	X-press	
7	부관해리		34	ZIM	이스라엘
8	팬오션		35	CMA CGM(APL)	프랑스
9	장금상선		36	NYK	일본
10	천경해운		37	MOL	
11	태영상선		38	Koywa	
12	팬스타라인		39	K-Line	
13	현대상선		40	TCLC	
14	흥아해운		41	New Orient Line	
15	SM상선		42	COSCO	중국
16	Emirates Shipping	U.A.E	43	CO-HEUNG	
17	SWIRE	뉴질랜드	44	SITC	
18	CNC	대만	45	EAS Shipping	
19	EVERGREEN		46	Sinotrans	
20	Yang Ming		47	CCL	
21	Wan Hai		48	단둥취핑	
22	T.S. Line		49	TMSC LINE	독일
23	Maersk Line	덴마크	50	Hapag-Lloyd(UASC)	
24	FESCO		51	Hamburg Sud	
25	Sakhalin		52	ANL	호주
26	루삼취핑		53	OOCL	홍콩
27	Westwood	바하마			

자료 : 부산항만공사 부산항 통계책자, 부산항 컨테이너화물 처리 및 수송 통계(2016년)

주 : 1,000TEU 이상 처리 실적 및 선박투입 선사만 포함(선사 공동운항 중복 포함) / '17년 1월 기준

2.2 선행연구

2.2.1 정기선 해운시장 관련 선행연구

이윤수(2004)는 1995년 이후 선사의 M&A와 전략적 제휴 등 정기선해운의 전반적인 변화를 설명하고 있으며, 이로 인해 컨테이너 정기선사들은 점점 거대화해지고 과점화 현상이 가속화되고 있음을 기술하였다. 향후 선사들의 대응전략으로 국제경쟁력 확보, 하드웨어 중심에서 소프트웨어 중심으로, 물류업계와 항만사업으로의 진출, 선사경영에 있어 새로운 변화에 대응이 필요하다고 주장하고 있다.

정봉민(2003)은 컨테이너선의 대형화는 규모의 경제(Economies of Scale)를 통한 선사들의 수익성 향상을 위해 추진되고 있으며, 선박 대형화는 정기선시장의 집하경쟁을 심화시킴으로써 운임수준을 하락시켜 선사들의 채산성을 오히려 악화시키고 있다고 주장하였다.

Fremont, A(2007)는 국외 대표 선사인 머스크 라인의 사례분석을 통해 허브 앤 스포크 방식과 직기항 방식 간 보완 관계가 있음을 증명함에 따라 두 방식 간 통합하는 것이 광범위한 서비스를 위해 필요하다고 주장하고 있다.

이태희(2012)는 해운산업의 외부환경변화에 대응하기 위하여 머스크선사가 제공하는 새로운 패러다임 서비스인 데일리 서비스를 통해 단순히 선복 규모의 문제가 아닌 해상공급사슬관리 전략의 중요성을 강조하였으며, 해운산업에 관련된 파트너들과의 협업의 중요성에 대해 분석하였다. 이를 통해 국적선사들에게 해상공급사슬관리의 중요성과 필요성을 제시하였다.

Shuaian, Qiang & Zhuo(2013)은 컨테이너 정기선 항로 서비스 중에 환적 작업이 중요함을 설명하고 있으며, 기존 선행연구 한계점을 토대로 통합 선형 프로그래밍 모형을 활용하여 최적의 컨테이너 정기선 경로에 대한 공식화를 도출하였으며 이를 통해 정기선사의 경제적으로 운송 관리에 이점이 있을 것이라 주장하였다.

박용안 외 1인(2013)은 한일 정기선항로의 중요성에 대해 기술하고 있으며 한일항만들의 상관관계분석과 인과성검정을 통해 각 항만들의 물동량이 고유한 특성을 갖는 동시에 항만 간 물동량이 서로 관련되어 있음을 확인하였다. 또한 항만들의 해운네트워크상 지위에 따라 물동량의 자기상관이 존재함을 밝혔다.

Wang, Liu & Meng(2015)은 컨테이너 정기선 항로 중 아시아-유럽 노선의 46개 항만, 11개의 항로에 대해 비용절감 및 효율성을 위한 최적의 컨테이너 정기선사 네트워크 설계 방법을 제시하였다.

2.2.2 해운·항만분야 사회연결망 분석 관련 선행연구

김성국(2013)의 연구에서는 사회연결망 분석을 이용하여 우리나라 연안여객 항로를 분석하였으며, 이를 통해 국내 항만의 중심이 부산이라는 것에 인식에 대하여 실제 연안 여객항로의 중심은 제주, 목포로 나타나고 있음을 확인하였다. 이를 통해 본 연구는 향후 연안여객 항로와 해양관광을 연계시키는 정책에 활용 될 것이라 주장하였다.

임병학(2011)은 항만 네트워크 구조의 특성이 무엇을 의미하는지에 대한 연구로써 사회연결망 분석 지표인 중심성과 구조적 공백 분석을 활용하여 네트워크상 구조를 파악하였다. 중심성이 높은 항만은 싱가포르항으로 분석되었고 생산성이 높은 효율적인 항만은 싱가포르항, 홍콩항, 인도네시아의 탄중 뿌리옥항, 요코하마 항으로 나타났다. 또한 분석 지표들이 항만 생산성에 미치는 영향을 회귀분석을 통해 검정하였으며, 결과 근접 중심성 변수가 유의한 영향을 미치고 있음을 확인하였다.

Xu, Shi & Jiang(2015)은 사회연결망 분석을 활용하여 2001~2012년 동안 세계 지역의 변화를 분석하여 글로벌 운송 네트워크상 지역 불평등의 변화를 분석하였다. 이를 통해 동아프리카와 북아프리카 지역이 낮은 위치를 유지하고 있는 반면 동아시아 및 북서유럽, 유럽 지중해 지역은 지속적으로 상위를 유지하고 있음을 밝혀냈다.

박창호, 노호승, 여기태(2000)는 사회연결망 분석 이론을 활용하여 국내를 중심으로 구축된 항만 네트워크를 동북아시아로 확대 구축의 필요함을 주장하였다. 이를 통해 남·북한 해운 및 항만 물류네트워크 구축 방안 및 동북아시아 물류시스템 구축 전략 방안을 제시하였다.

서홍용(2014)은 연안해운의 물동량 자료를 토대로 연안해운의 공간적인 특성과 시멘트라는 특정 물품의 물동량을 기준으로 국내 화물 운송에서 연안해운이 차지하는 위상에 대해 다이애닉 요인분석과 사회연결망 분석을 활용하였다. 연안해운은 국가 산업에 필수적인 물품이면서 대량운송을 요구하는 일부 품목이 주로 발생하였으며, 일부 지역에 집중적으로 대량의 물동량을 운송하고 있음을 밝혀냈다.

박력(2011)의 연구에서는 2008년 항만 데이터를 이용하여 아시아 주요 항만 네트워크를 사회연결망 분석을 활용하여 네트워크상 항만의 역할을 분석하였다. 네트워크 분석의 속성들 중 4가지 속성을 기반으로 분석을 하였으며, 이러한 측정 지표를 기반으로 물동량과 지표들 간 상관관계분석을 통해 아시아에서의 항만의 역할을 제시하였다.

강동준, 방희석, 우수한(2014)은 사회연결망 분석을 이용하여 2006년부터 2011년까지 세계주요 19개 선사의 기항패턴과 선박투입량을 대상으로 항만 네트워크 분석을 하였다. 이를 통해 기존 항만 물동량으로 항만 경쟁력 평가 및 항만개발계획 등의 계획을 세웠던 것에서 항만 네트워크상 중심성을 통해 선사의 관점에서 항만을 평가할 수 있다는 사실을 주장하였다. 또한 선사가 항만을 기항 할 수 있는 유인책 마련과 그에 따른 항만개발계획이 필요함을 주장하였다.

Yihong Hu & Daoli Z(2008)는 전 세계 해상운송네트워크(World Maritime Network : WMN)에 대한 실증분석을 하였다. 또한 네트워크 위상의 다른 형태(space L and P)를 제시하고 해운 네트워크의 통계적 특성을 밝혀냈으며, 타 운송네트워크와 같이 계층구조 및 빈익빈(Rich Club) 현상이 있음을 주장하였다.

임병학(2011)은 사회연결망 분석을 활용하여 국적 선사들의 물동량 이동을 기반으로 항만 네트워크를 구축하고, 4개국(한국, 중국, 일본, 대만) 국적 선사들에 대한 항만 네트워크 구조를 비교하였다. 사회연결망 분석기법 중 중심성(연결정도, 근접, 매개, 아이젠벡터)와 구조적 공백 및 네트워크 응집성 지표에 의해 비교분석하였다. 각 국적선사들에 대한 항만네트워크 효과적 크기를 볼 때 한국 국적선사들은 부산항, 중국 국적선사들은 상하이항, 일본 국적선사들은 홍콩항, 대만 국적선사들은 동남아시아 항만들을 거점항만으로 하고 있음을 밝혀냈다.

김주혜, 권오경(2014)은 자료포락분석(Data Envelopment Analysis : DEA)을 통해 도출한 항만 효율성 지표와 사회연결망 분석을 통해 도출한 네트워크상 지표 간의 상관관계 분석하여 어떤 관계를 가지고 있는지에 대해 연구하였다. 이를 통해 근접 중심성, 매개 중심성, 아이젠벡터 중심성(Eigenvector Centrality)²⁾, 페이지 랭크 중심성(PageRank Centrality)³⁾이 효율성 지표들과 유의한 상관관계를 가지는 것으로 확인하였다.

2) 페이지랭크는 영향력을 보내는 노드와 받는 노드가 구분되는 방향성 네트워크를 고려하여 개발된 방법으로 공동연구(공저) 관계 네트워크 분석에 활용되는 방법이다.

3) 아이젠벡터 중심성은 연결된 다른 노드의 중심성을 가중치로 계산하여 연결관계 정도를 분석하는 방법이다.

김석수 외 2인(2016)은 사회연결망 분석기법을 활용하여 아시아 역내 정기선 해운시장에서 원양선사와 근해선사간의 어떠한 경쟁 구도를 형성하고 있는지를 네트워크 구조상으로 평가하였다. 또한 선사별 네트워크의 상관분석을 통해 아시아 역내 항로에서 특정 선사들 간 서비스 네트워크의 유의미한 유사성을 나타내었으며, 이는 기존 근해선사들의 서비스 영역이었던 아시아 역내 시장에서 원양선사들이 실질적인 경쟁자로 등장하여 경쟁구도가 고도화될 것임을 주장하고 있다.

송민근 외 2인(2016)은 중국과 한국의 일대일로 연구 논문을 대상으로 중국 341개, 한국 73개 논문의 키워드를 통해 사회연결망 분석을 하였다. 분석결과 공통적으로 OBOR, Trade, Cooperation 등이 높은 빈도를 보였고, 한국에서는 유라시아 이니셔티브(Eurasia Initiative)에서 높은 빈도가 확인되었다. 또한 개별단어에 대한 네트워크를 구성하여 러시아, 인도 등 주요국가의 관련 키워드를 도출하였으며, 한국은 중국 대비 개별국가 및 지역에 대한 연구가 부족한 것을 확인할 수 있었다.

박기현(2016)은 인천항을 중심으로 컨테이너 정기선 항로에 대한 네트워크 분석을 통해 홍콩항과 부산항이 높은 중심성을 가지는 것으로 나타났다. 이를 통해 인천항의 네트워크상 허브 항만은 세계 컨테이너 물동량 순위가 높은 상해, 싱가포르항아 아님을 확인하였으며, 인천항과 연결 정도가 낮은 항만과 지속적으로 네트워크 강화를 위한 노력을 한다면 인천항 발전에 긍정적 영향을 미칠 것이라고 주장하였다.

장세은, 이수호(2016)은 키워드 네트워크 분석을 통해 세계 해운경제의 연구동향을 양적인 관점에서 살펴보았다. 2000~2004년, 2005~2009년, 2010~2014년 세 단계로 나누어 분석하였으며, 해운경제 키워드를 세 개의 연도시기별로 분석한 결과 서로 다른 패턴을 발견하였다. 이러한 연구의 결과는 네트워크분석을 통하여 향후 연구동향 예측의 기초 자료로 활용될 수 있다고 설명하고 있다.

전준우, 차영두, 여기태(2016)는 아시아 지역 크루즈 항로의 네트워크 구조와 항만의 중심성 파악을 위해 사회연결망 분석을 활용하였다. 이를 통해 아시아 크루즈 항로 네트워크상 싱가포르항이 연결중심성, 매개 중심성이 가장 높게 나타났으며, 아이젠 벡터 중심성이 가장 높은 항만은 홍콩항으로 분석되었다. 국내 항만인 부산, 제주, 인천의 경우 네트워크상 경쟁 항만이라 할 수 있는 동남아시아 항만과 중국항만보다 순위가 낮아 모항으로서 경쟁력이 많이 떨어져 있어 크루즈산업의 발전을 위해서는 대형 크루즈 선박이 기항할 수 있는 인프라 구축 및 모항으로서의 발전을 도모해야 할 것을 주장하였다.

제3장 연구방법

3.1 사회연결망 분석 개요

사회 네트워크(Social Network)는 1954년 존 반즈(John A. Barnes, 1918~2010)가 처음으로 사용한 용어으로써, 부족 또는 가족과 같은 경계가 있는 집단이나 성, 민족 등과 같은 사회적 범주를 나타내는 개념들을 포함하며, 연결 관계의 패턴을 나타내는 용어라고 하였다(Barnes, J. A., 1954). 사회 네트워크는 초기 인간 관계 네트워크에서 출발하여 다양한 사회적 개체들의 네트워크로 영역이 확대되고 있다.

사회 네트워크는 사회적 현상을 구성하는 행위자들을 노드로 표현하고, 사회적 관계를 링크로 표현하는 구조이며, 사회연결망 분석이라는 방법에 의해 파악되고 설명된다. 사회 연결망 분석에 대한 이론은 1930년대부터 사회 및 행동과학 범주에서 시작하여 학자들에 의해 지속적으로 발전하였다.

Table 20 사회연결망 분석의 역사적 배경

연도	내용
1930	Jacob Moreno는 소시오그램과 소시오메트리로 표현되는 사회 네트워크를 인간 관계 네트워크(human networks)의 행동과 변화를 파악하는데 활용
1960~70	하버드 대학 사회학 박사인 Harrison C. White는 네트워크 과학의 실질적인 창시자로 그래노베터 등 다양한 학자들을 토대로 사회 네트워크를 선도
1980~90	보가티, 프리만 등은 UCINET 등과 같은 사회연결망 분석 도구 개발, 관련 논문 및 단행본을 출판하여 사회 네트워크 연구 활성화

자료 : 이수상(2012), 네트워크 분석 방법론

이들은 사회과학에서 사회적 현상을 분석하는 기존의 통계적 분석 방법과 다른 새로운 사회연결망 분석 방법을 창시한 학자들이다. 통계적 분석 방법과 사회 연결망 분석을 간략하게 비교한 내용은 다음과 같다.

Table 21 통계적 분석 방법과 사회연결망 분석 방법의 비교

구분	통계적 분석	사회연결망 분석
분석대상	모집단과 표본의 개체	사회 네트워크의 개체와 관계
분석데이터	개별적 개체의 속성 데이터	개체들 간의 관계 데이터
과학관	전체는 부분의 합 (환원주의적 사고)	전체는 부분의 합 이상 (전체론적 사고)
가정	각 개체는 독립적인 행위를 하는 합리적인 행위자	각 개체는 그들 간의 사회적 관 계를 통해 영향을 주고 받음
종합	각 개체는 원자화된 개인이며, 이 들의 개별적인 속성을 분석하고 종합하여 사회적 현상을 파악	개별적인 행위자 개체가 배태된 사회 네트워크의 구조적 속성을 분석하고, 행위자 수준에서 나타 나지 않는 사회적 현상을 파악

자료 : 이수상(2012), 전계서

이러한 사회연결망 분석은 국내 사회과학 분야에서도 많이 활용되고 있으며, 사회연결망에 대한 이론적인 연구가 많이 진행되고 있다. 김태구, 조남욱, 홍정식은 사회연결망 분석을 개인들 간의 상관관계를 통해서 인간행위와 사회구조의 효과를 설명하고자 하는 방법론이라고 설명하고 있다(김태구, 조남욱, 홍정식, 2014). 강동준 외 2인은 일정한 네트워크 사회를 구성하는 노드(Node)와 각 구성 요소 간의 관계를 링크(Link) 및 에지(Edge)로 묶어 표현한 사회구조를 사회 네트워크라고 설명하고 있다(강동준, 방희석, 우수환, 2014).

또한 그래프 이론을 기반으로 하는 사회연결망 분석에서 그래프는 노드(Node)를 나타내는 점과 링크(Link)를 나타내는 라인으로 표현되며, 점으로 표현되는 노드와 라인으로 나타나는 링크의 관계를 표현한다(이수상, 2012). 사회연결망에서 측정 대상은 노드의 수, 노드의 속성, 노드 링크의 수, 링크의 속성, 경로 거리 등이 될 수 있으며, 이처럼 수집된 데이터를 이용하여 연결망을 생성한 다음 다양한 분석방법들을 통해 사회연결망 분석을 실시 할 수 있다(오익근, 2015).

사회연결망 분석은 단위의 개별적 속성보다는 단위간의 관계성이 중심이 되기 때문에(김태구, 조남욱, 홍정식, 2014) 노드들이 어떤 링크로 관계를 맺고 있으며, 그리고 이를 통해 연결망이 어떤 특성을 보이는지를 정량적으로 분석하는 방법이라 할 수 있다(유경옥, 김향미, 김재욱, 2013). 사회연결망 분석은 분석의 초점에 따라서 한 개인 즉 에고(Ego)를 중심에 위치시켜서 그 개인과 다른 노드와의 연결을 표현한 연결망을 분석하는 에고 네트워크(Ego network), 두 개인 간의 연결망을 기본으로 하여 두 사람을 쌍단위로 분석하는 양자 네트워크(Dyadic network), 연결망을 부를 때 가장 보편적으로 지칭하는 연결망인 전체 네트워크(Total network)로 구분할 수 있다(손동원, 2013).

이처럼 사회과학분야에서 사회연결망 분석에 대한 활용도가 높아지고 있으며, 최근에는 해운·항만·물류 분야에서도 사회연결망 분석을 활용한 연구가 진행되고 있어 활용도가 점차적으로 높아질 것으로 보인다.

3.2 중심성(Centrality) 분석

중심성은 사회 네트워크에서 개인이 가지는 권력과 영향력이라는 개념으로 개발되었으며, 사회연결망 분석 지표 중에서 가장 많이 사용되는 지표이다(이수상, 2012). 중심성 분석을 통해 한 네트워크에서 중요한 역할을 하거나 주목받는 행위자가 누구인지, 또 각 행위자들은 그 ‘중심’에 어느 정도 접근하고 있는지를 알 수 있다(Mackie, 2009). 중심성의 유형은 관점에 따라 여러 가지로 나눌 수 있는데, 이 중에서 중심성 분석의 가장 기본이 되는 지표는 프리만이 제안한 연결정도 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성이다(Freeman, 1979).

즉 중심구조 분석을 통해 어떤 노드가 가장 중요한 노드인지 분석할 수 있으며, 네트워크 구조가 얼마나 소수의 중요한 노드에게 집중되어 있는지 집중화 정도를 파악할 수 있는 분석이라 할 수 있다.

3.2.1 연결정도 중심성(Degree Centrality)

연결정도 중심성은 네트워크의 노드들이 얼마나 많은 연결을 가지고 있는지를 측정한다(이수상, 2012). 연결정도 중심성은 한 노드의 연결정도가 높을수록 네트워크상에서 권력이 높다고 볼 수 있으며, 이는 직접 연결된 이웃 노드의 수가 많을수록 연결정도 중심성은 높아지게 된다.

연결정도 중심성의 계산은 프리만의 연결정도 중심성 척도가 가장 많이 알려져 있으며, 절대적 연결정도 중심성의 정규화 작업을 통해 상대적 연결정도 중심성 값을 구할 수 있다.

$$\frac{\text{해당노드의 degree}}{\text{전체노드의 수} - 1} = \frac{d_i}{n - 1} \quad (n : \text{네트워크의 전체 노드 수}) \quad (1)$$

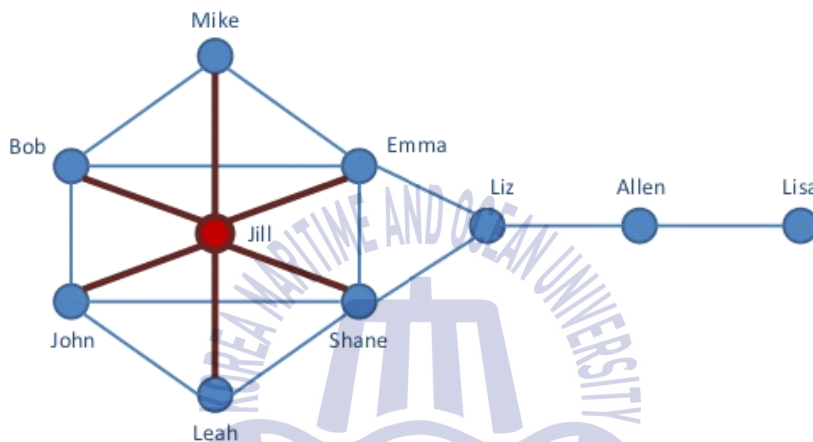


Fig. 4 연결정도 중심성(Degree Centrality)

네트워크의 연결에 방향이 있는 경우 연결정도 중심성은 내향 연결정도 중심성(In-degree centrality)과 외향 연결정도 중심성(Out-degree centrality)로 구분할 수 있다. 내향 연결 중심성은 네트워크 내 관계의 방향(directioned)을 측정할 때 대상 노드로 들어오는 노드들의 수를 나타내며, 외향 연결 중심성은 네트워크 내 관계의 방향(directioned)을 측정할 때 대상 노드로 나가는 노드들의 수를 나타낸다(허무준, 2016).

3.2.2 근접 중심성(Closeness Centrality)

근접 중심성은 한 노드의 근접도(Closeness)가 네트워크의 다른 모든 노드들과 얼마나 근접하게 연결되어 있는가 하는 개념으로, 인접 중심성이라고도 한다. 근접 중심성은 네트워크의 전체 노드들을 대상으로 산정하는 것이기 때문에 전역 중심성의 지표라 할 수 있다.

한 노드의 근접 중심성은 해당 노드가 얼마나 네트워크의 중앙에 있는지를 측정하는 것으로, 네트워크 내에서 연결되어 있는 노드들과의 근접도를 보여준다(허무준, 2016). 즉 근접 중심성이 높다는 것은 네트워크 내 다른 노드들과의 거리가 가장 짧다고 할 수 있으며, 따라서 근접 중심성이 높은 노드는 가장 빨리 다른 노드에 영향을 주거나 받을 수 있다.

근접 중심성의 계산은 연결거리를 이용하여 계산하며, 거리가 짧을수록 중심성이 큰 것이므로 측정값의 역수를 취하여 계산한다. 연결정도 중심성과 마찬가지로 최대값으로 정규화 하는데, 자신을 제외한 모든 노드와 연결되어 있을 때 최대값(가장 짧은 거리 값)을 가진다.

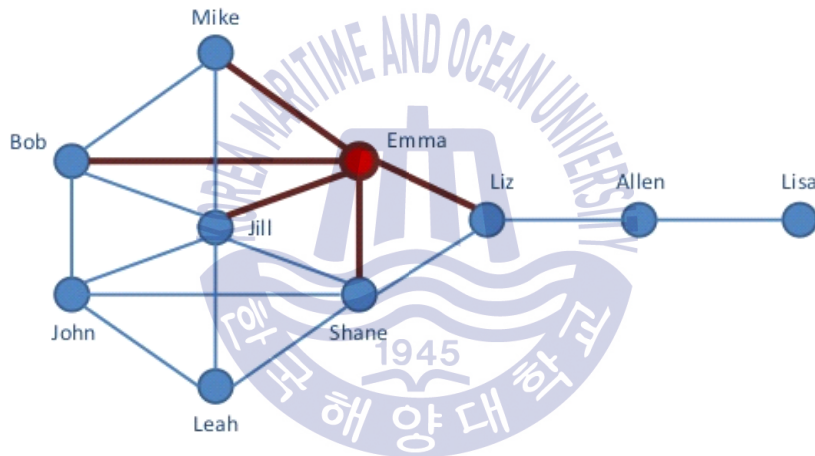


Fig. 5 근접 중심성(Closeness Centrality)

노드 i의 절대적 근접 중심성은 네트워크 내에서 모든 노드(j)들에 대한 경로거리의 값 d_{ij} 를 합친 전체거리(farness)의 역수로 계산한다(이수상, 2012). 이것은 전체거리가 짧을수록 근접 중심성 값은 크게 나타난다고 볼 수 있다.

$$\left[\frac{\text{해당노드가 가진 값}}{\text{생성가능한 최대값}} \right]^{-1} = \left[\frac{\text{해당노드와 다른 노드와의 거리 총합}}{\text{전체 노드수} - 1} \right]^{-1} = \frac{g-1}{\left[\sum_{j=1}^g d(n_i, n_j) \right]} \quad (2)^4$$

4) g : 전체 노드 수, $d(n_i, n_j)$: 노드 i에서 j까지의 거리

3.2.3 매개 중심성(Betweenness Centrality)

매개 중심성은 한 노드가 다른 노드와 네트워크를 구축하는 데 있어 중개자 혹은 다리 역할을 얼마나 수행하느냐를 측정하는 개념으로 중개 역할을 ‘중심’으로 간주할 때 사용된다(손동원, 2008). 다른 노드 간의 최단 경로에 많이 등장할수록 중심성이 높아지며, 매개 중심성이 높은 노드는 정보 흐름에 대한 통제력을 가지며, 이 노드가 제거될 경우 네트워크 전체 연결과 흐름에 큰 영향을 미치게 된다. 이러한 노드의 존재는 네트워크가 전반적으로 잘 연결되어 있다는 것을 보증하기도 하지만 그들이 잠재적으로 그들 자신의 의제에 따라 정보를 필터링하거나 네트워크를 취약하게 만들 수 있는 위험을 내포하고 있다.

매개 중심성의 계산 방식은 노드의 매개 중심성, 링크에 나타난 관계의 매개 중심성을 나타내는 링크의 매개 중심성, 두 노드 사이의 흐름을 이용하는 흐름(flow) 매개 중심성이 있으며, 이 중 노드의 매개 중심성이 가장 많이 사용된다. 매개 중심성 산출방법은 다른 노드와의 최단경로에서 해당 노드를 거칠 확률을 고려하여 계산한다.

$$\frac{\text{해당노드가가진 값}}{\text{생성가능한최대값}} = \frac{(\text{해당노드를 경유하는 최단경로} \times \text{경유할 확률}) \text{의 총합}}{\text{네트워크내 모든 경로의 수}} = \frac{\sum_{j < k} g_{jk}(n_i)/g_{jk}}{[(g-1)(g-2)/2]} \quad (3)^5$$

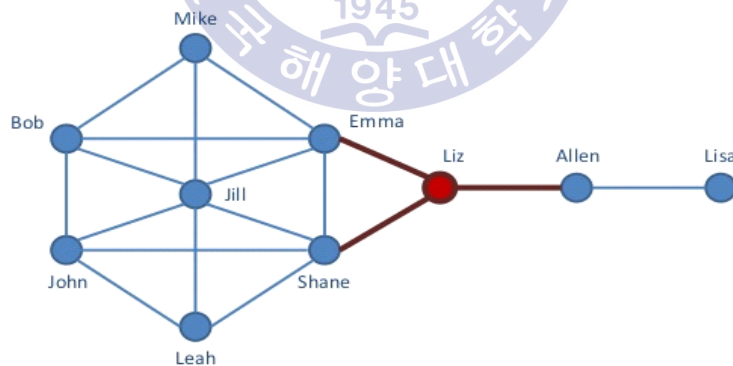


Fig. 6 매개 중심성(Betweenness Centrality)

- 5) g_{jk} : 노드 j와 k를 연결하는 최단 경로의 수
 $g_{jk}(n_i)$: 노드 j와 k를 연결하는 최단경로 중 노드 j를 거치는 경로의 수
 $\sum_{j < k} g_{jk}(n_i)/g_{jk}$: 각각의 node pair의 최단경로상 노드 i가 포함될 확률의 누적합
 $[(g-1)(g-2)/2]$: n_i 를 포함하지 않는 모든 노드 쌍의 수(방향성이 없는 네트워크의 경우)

3.3 네트워크 시각화

네트워크의 시각화(Visualization)는 네트워크를 시각적으로 표현하는 방법을 말하며, 가장 많이 사용하는 표현 방법은 그래프 표현 방법이다. 일반적으로 그래프 표현은 2차원(2D) 배치 알고리즘을 많이 사용하며, 가장 대표적인 알고리즘이 힘기반 그래프 배치(force-based graph layout) 알고리즘이다.

이 알고리즘은 그래프의 노드들을 2차원 또는 3차원 공간에 배치시켜 링크들의 거리를 거의 균등하게 하고, 링크들이 서로 교차하는 것을 최소화하는 방식으로 그래프를 그려 나간다. 가장 간단한 방법은 링크를 노드들 사이에 존재하는 스프링(spring)으로 보고, 전체 그래프가 하나의 물리적 시스템으로 간주하는 것이다. 따라서 힘기반 그래프 배치 알고리즘은 스프링 알고리즘이라고도 부른다. 힘기반 그래프 배치 알고리즘의 종류는 다음과 같다.

Table 22 힘기반 그래프 배치 알고리즘 종류

알고리즘	주요특성
Kamada&Kawai	<ul style="list-style-type: none"> - 가장 많이 알려진 알고리즘 - 각 노드 쌍의 거리는 최단경로거리에 비례함 - 최단경로 거리를 계산해야하므로 분석시간이 오래 걸림
Stress Majorization	<ul style="list-style-type: none"> - Kamada&Kawai 알고리즘을 개선한 것으로, 더 빠르게 배치작업을 수행함
Eades	<ul style="list-style-type: none"> - 각 노드 쌍에 대해 인접하면 일정거리로 끌어당기고, 인접하지 않으면 서로 멀리 떨어지도록 밀어내어 그래프를 그림
Fruchterman&Reingold	<ul style="list-style-type: none"> - Edge 알고리즘과 유사하지만 알고리즘의 수행속도가 더 빠름

자료 : 이수상(2012), 전계서

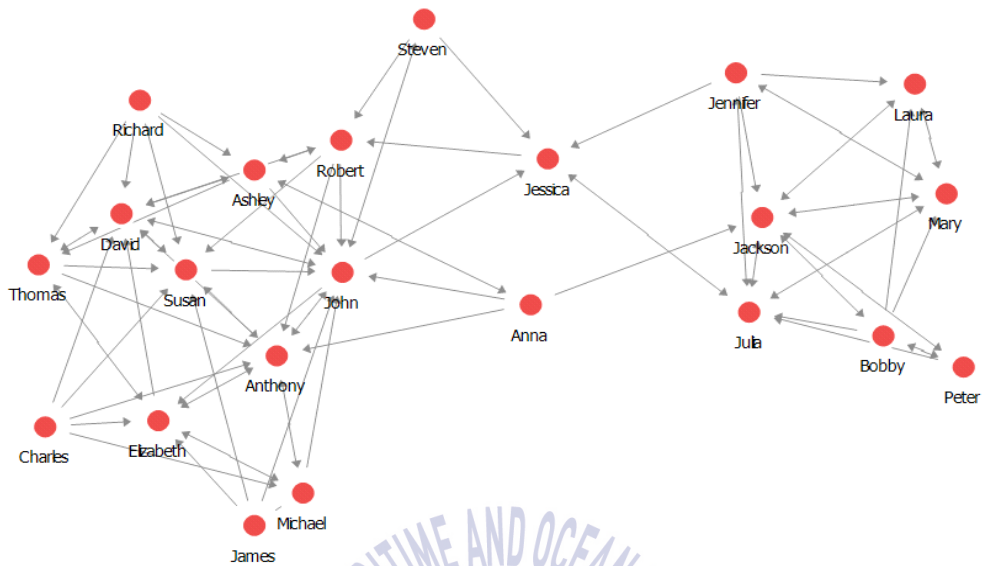


Fig. 7 Kamada & Kawai 알고리즘

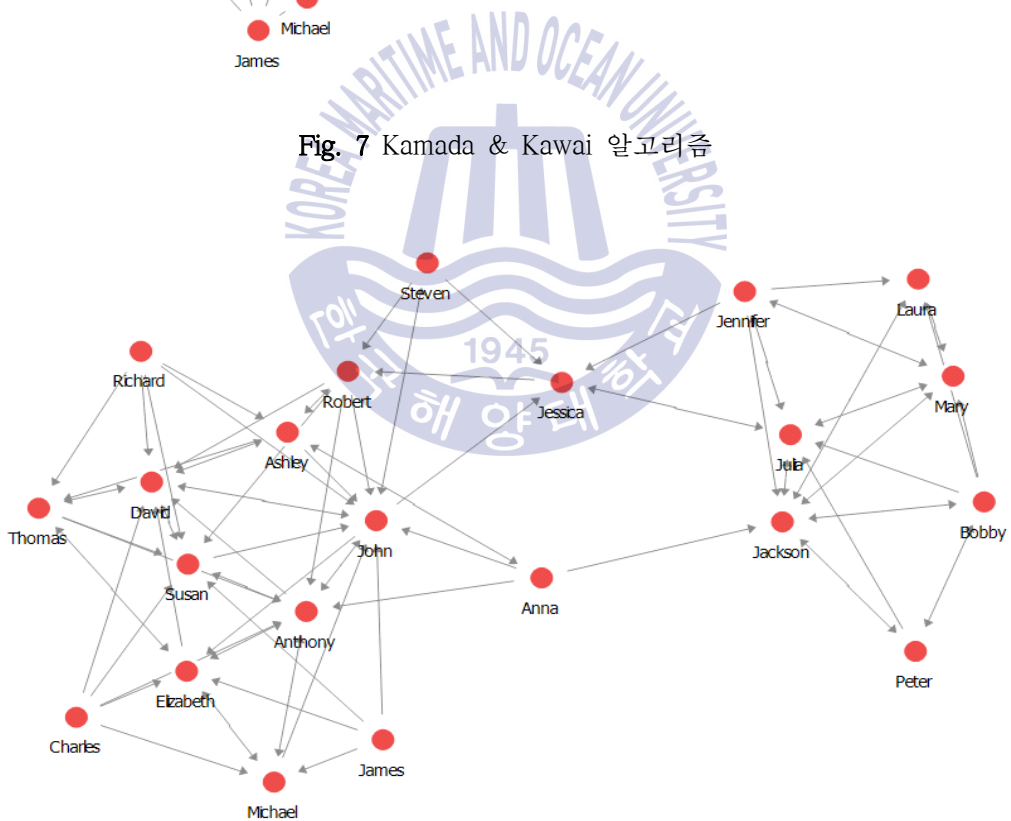


Fig. 8 Stress Majorization 알고리즘

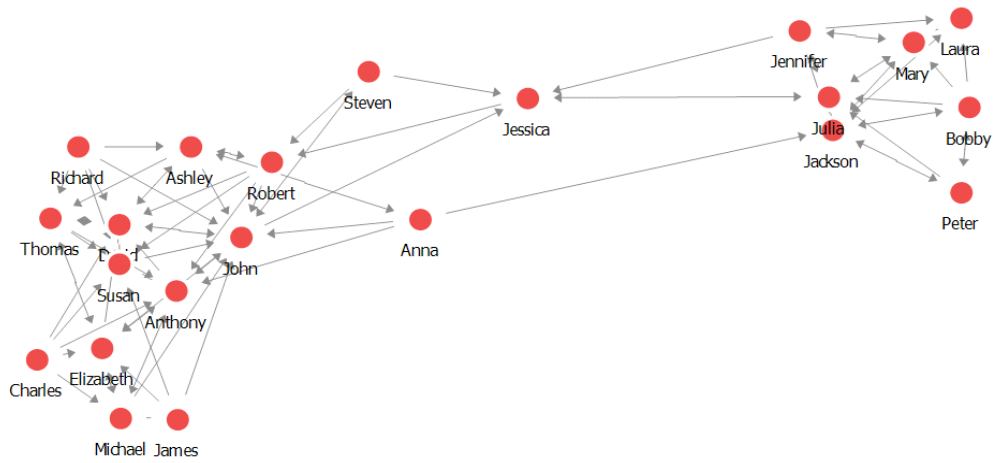


Fig. 9 Eades 알고리즘

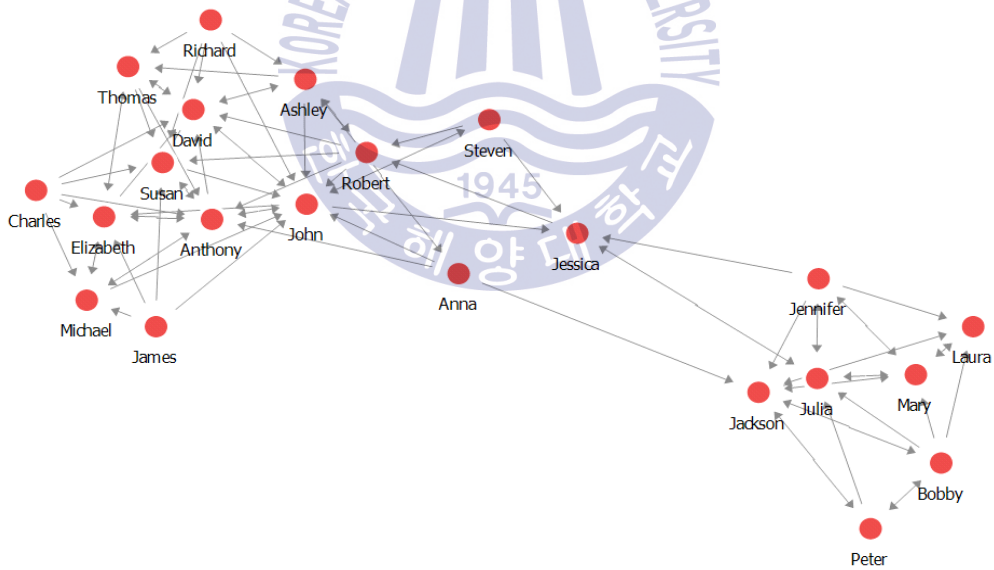


Fig. 10 Fruchterman & Reingold 알고리즘

3.4 분석 소프트웨어

본 연구의 분석을 위하여 사이람에서 개발한 NetMiner 소프트웨어를 사용하였다. NetMiner는 국내 기술로 개발된 사회연결망 분석 소프트웨어로 데이터 변환, 네트워크 분석, 통계분석, 네트워크 시각화 기능 등을 유연하게 통합하여 편리한 사용환경을 제공한다. 2001년 출시된 소프트웨어로 2015년 4월 기준 전 세계 50여 개국 600개 대학 및 연구소, 정부기관에서 사용 중이며, 세계적으로 가장 우수한 사회연결망 분석 패키지 소프트웨어로 평가받고 있다.



제4장 분석결과

4.1 분석범위 및 방법

본 연구에서는 국내 컨테이너 화물의 75%를 처리하는 부산항으로 기항하는 컨테이너 정기선의 항로와 연도 및 선사의 기항실적을 수집하였다. 부산항을 중심으로 입·출항하는 컨테이너 정기선의 항로 패턴 현황은 부산항 입·출항 컨테이너 정기선의 기항항로 관련 부분(2012년 1월~2016년 12월)만을 재정리하였다.

먼저 부산항 컨테이너 정기선 항로 패턴 분석을 통해 네트워크 구조적 특성을 살펴본 후에 사회연결망 분석 중 시각화 방법을 활용하여 개략적인 부산항 컨테이너 정기선 항로 패턴을 살펴보았다. 그 다음으로 세부적인 부산항 컨테이너 정기선 항로의 중심성(Centrality)을 분석하였다. 이를 통해 부산항과 연결되어 있는 항만 네트워크의 구조적인 특성을 살펴보고, 부산항 컨테이너 정기선 네트워크 중심성 분석 값과 주요 항만별 처리 물동량 변화의 상관관계를 분석하였다.

4.2 부산항 네트워크 밀도와 거리

부산항을 기항하는 컨테이너 정기선 선사의 노드 수(2012년~2016년), 즉 항만은 평균 293개로 구성되어 있으며, 항만 간 연결된 링크의 수는 1,124개이다. 부산항을 이용하는 컨테이너 정기선사가 기항하는 항만을 토대로 밀도를 분석한 결과 0.013으로 분석되었다. 네트워크 상에서 밀도는 노드들 간의 연결된 정도를 의미하고(손동원, 2002), 밀도 값이 높은 네트워크는 노드들 간의 연결이 분산적 구조를 이루지 않고 유기적으로 뭉쳐져 있는 것을 의미한다(Scott et al., 2007). 또한 네트워크의 평균거리는 4.222로 분석되었으며, 이는 부산항 기준으로 어떤 항만에서든지 4.222의 단계를 거치면 모든 항만과 연결 할 수 있다는 것을 의미한다. 1967년 미국의 심리학자인 Stanley Milgram과 Jeffery Traverse가 제시한 여섯 단계의 분리이론(Six degrees of separation)에서는 6명만 거치면 서로 모두 연결되어 있다고 주장한 이론으로 분석한 결과 항만 네트워크에서도 이를 나타내고 있다는 사실을 확인할 수 있다.

부산항 컨테이너 정기선 항로의 네트워크 밀도 및 거리를 세계항만 네트워크, 아시아 크루즈 항로 네트워크, 공항 네트워크, 철도 네트워크 간 비교분석한 결과는 Table 23과 같다.

Table 23 네트워크 밀도와 거리의 비교

네트워크	노드 수	링크 수	밀도	거리
부산항 컨테이너 정기선 항로(2012)	283	1,051	0.013	4.194
부산항 컨테이너 정기선 항로(2013)	283	1,074	0.013	4.367
부산항 컨테이너 정기선 항로(2014)	291	1,070	0.013	4.209
부산항 컨테이너 정기선 항로(2015)	304	1,236	0.013	4.097
부산항 컨테이너 정기선 항로(2016)	306	1,190	0.013	4.243
부산항 네트워크 평균(2012~2016)	293	1,124	0.013	4.222
세계항만 네트워크 평균(2006~2011)	506	9,962	0.011	5.570
아시아 크루즈 항로 네트워크(2015.10~2016.06)	250	545	0.009	2.180
공항 네트워크	3,883	27,051	0.004	3.483
철도망	587	19,603	0.114	2.16

자료 : 전준우, 차영두, 여기태(2016), SNA를 이용한 아시아 지역 크루즈 항로의 네트워크 분석에 관한 연구

4.3 부산항 네트워크 시각화

네트워크 시각화는 연결구조가 잘 드러나도록 노드를 배치하고, 연결구조의 특성을 직관적으로 표현할 수 있도록 노드와 링크를 스타일링 하는 것을 말한다. 2012~2016년까지 연도별 부산항 컨테이너 정기선 항로 네트워크를 분석하여 시각화 한 Spring Map 자료는 Fig. 11-15와 같다. 시각화 기법인 힘기반 그래프 배치 알고리즘을 사용하였으며, 그 중 응집그룹을 강조하여 표현하는 Eades 알고리즘을 활용하였다. 각 네트워크 그림 안의 선의 굵기는 링크의 Weight값을 나타낸 것으로 연결정도의 크기를 의미한다.

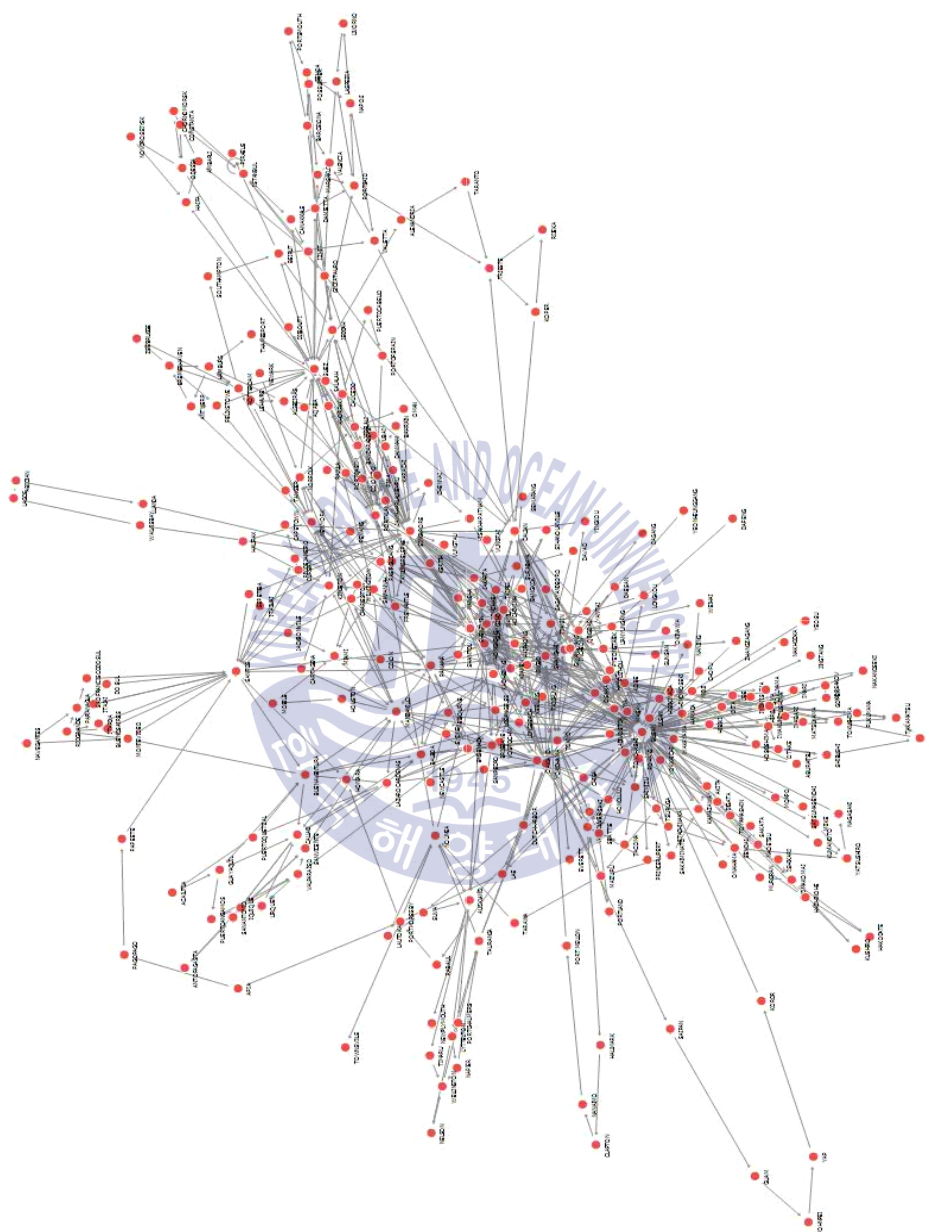


Fig. 11 부산항 컨테이너 정기선 네트워크(2012년)

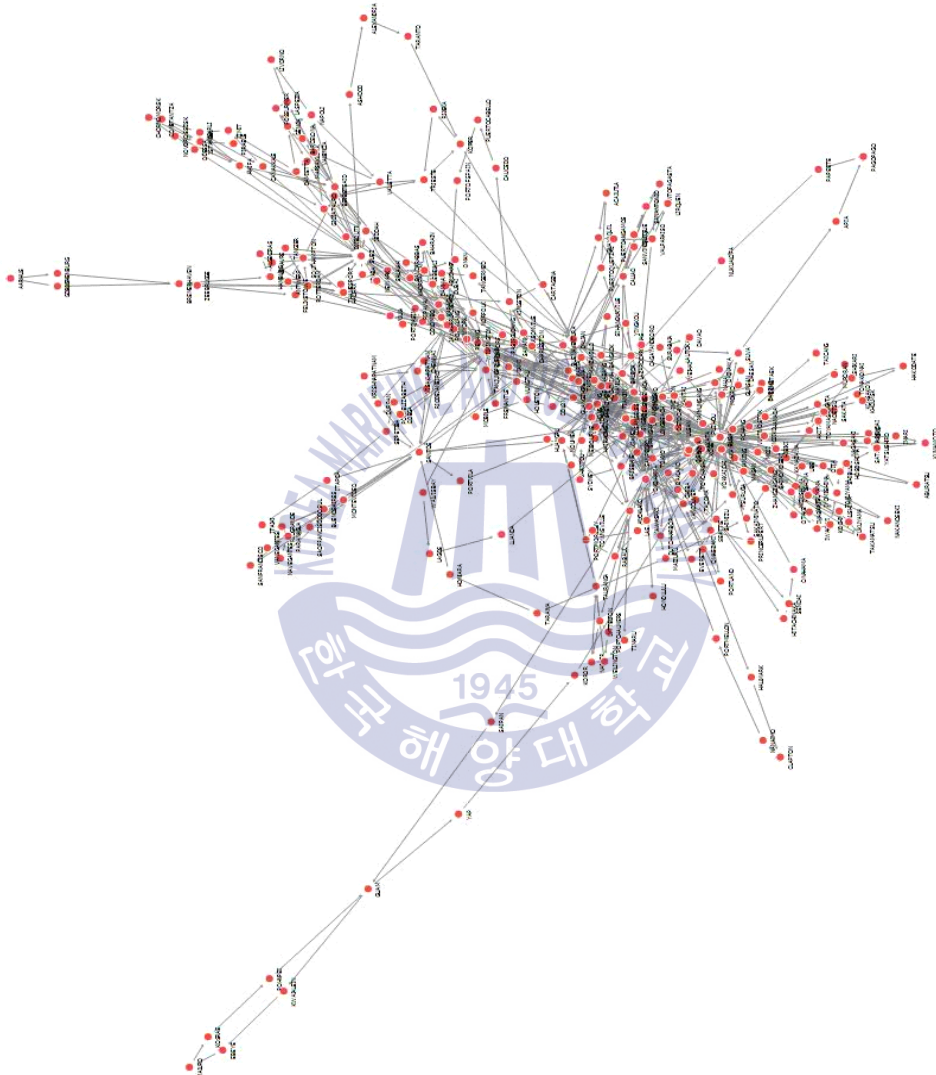


Fig. 12 부산항 컨테이너 정기선 네트워크(2013년)

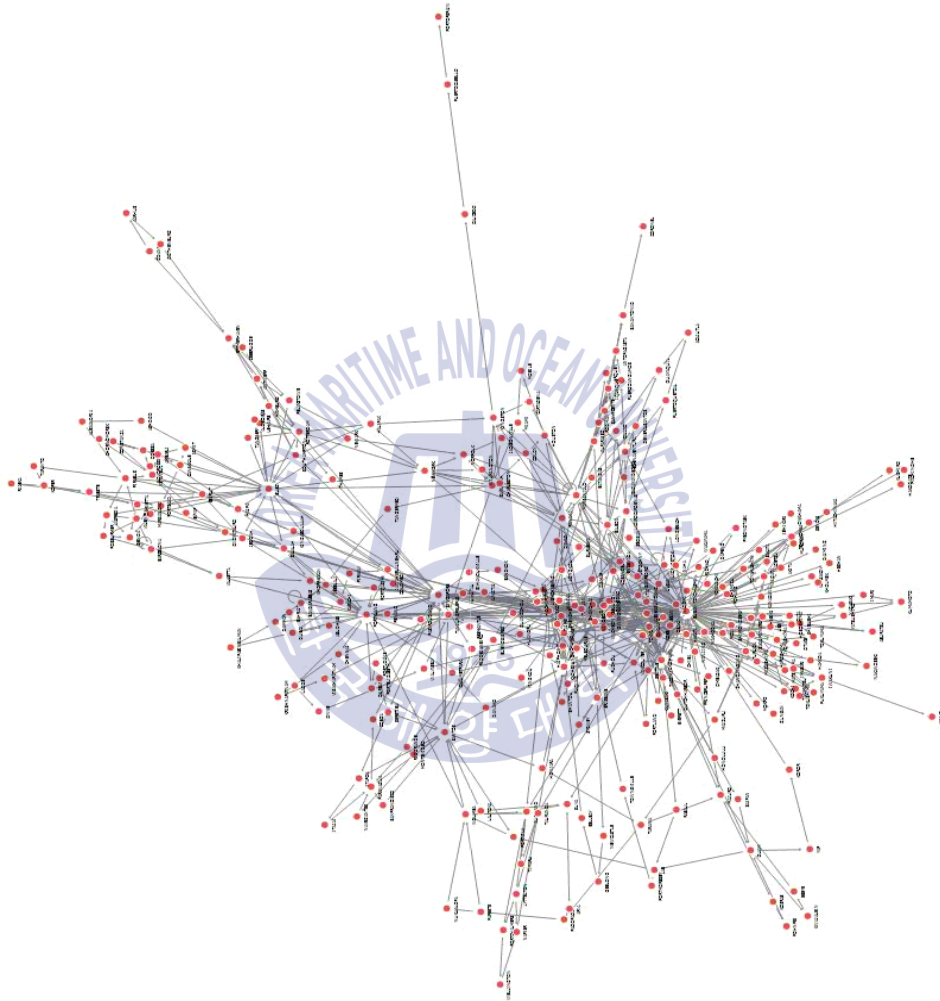


Fig. 13 부산항 컨테이너 정기선 네트워크(2014년)

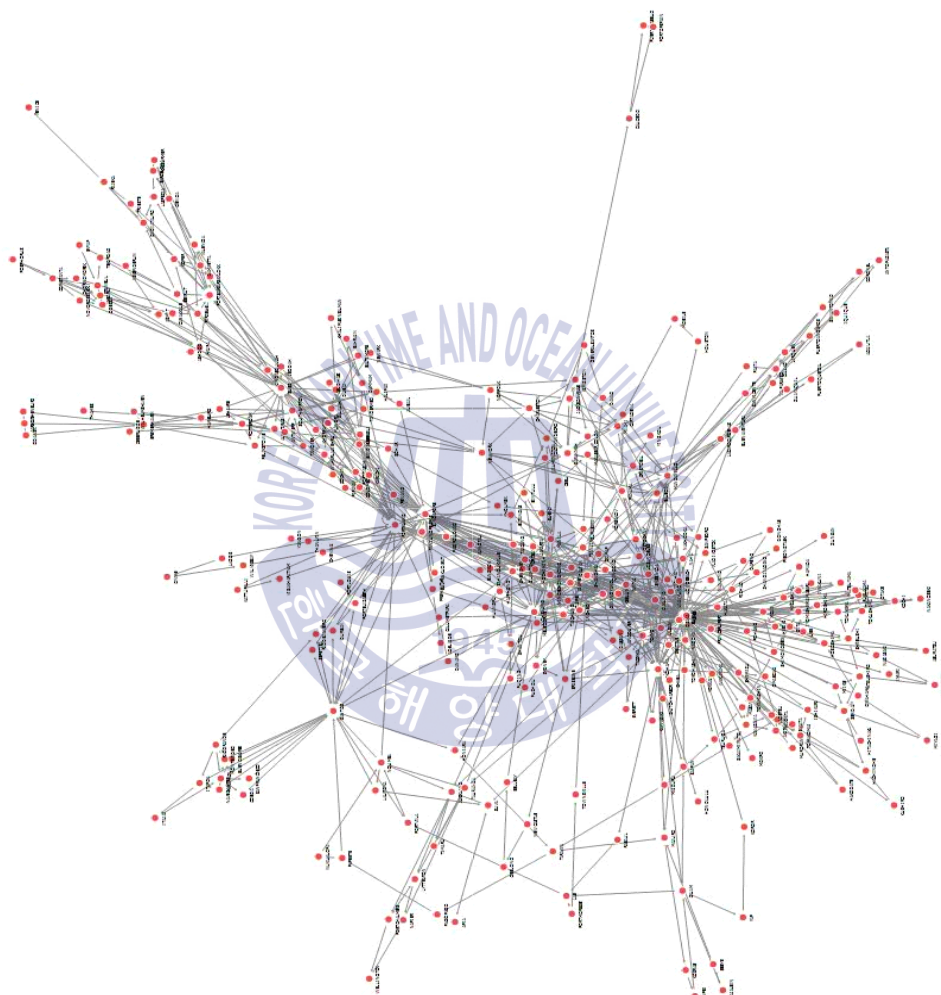


Fig. 14 부산항 컨테이너 정기선 네트워크(2015년)

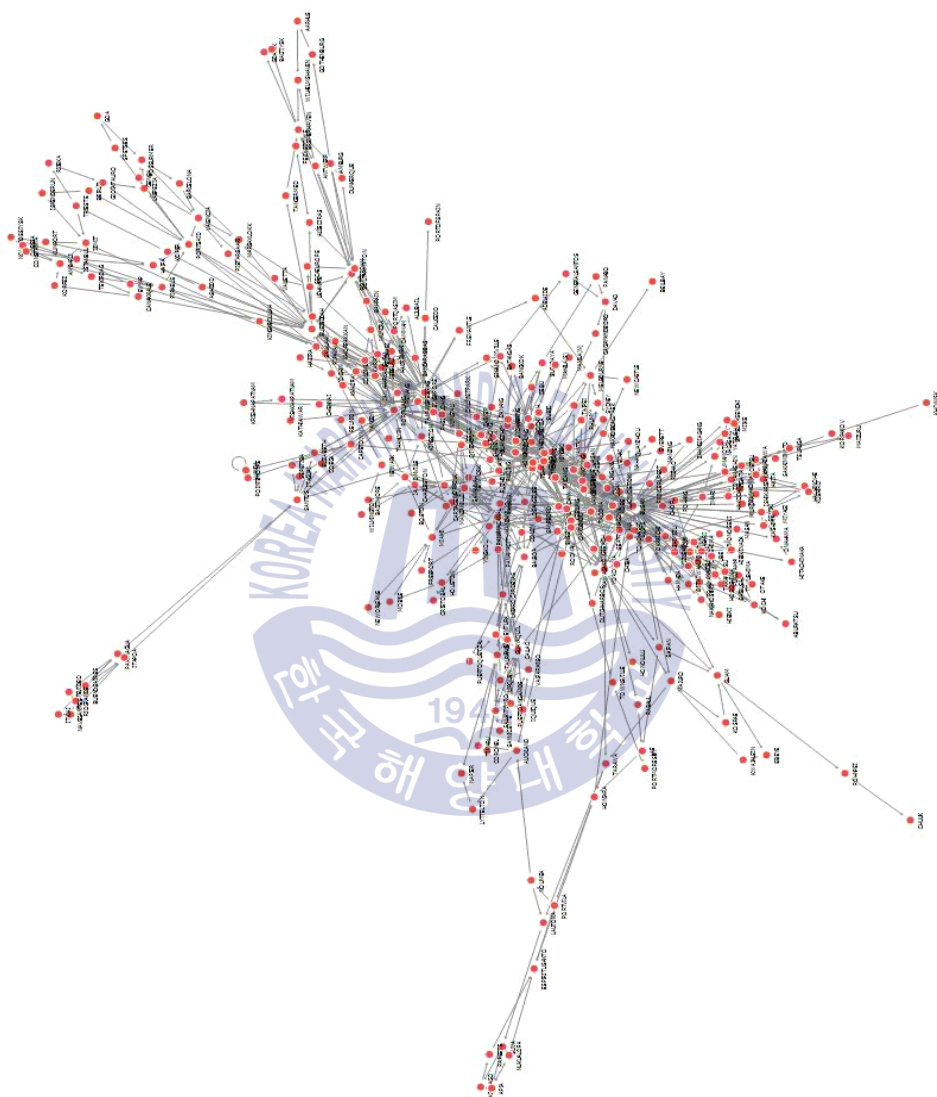


Fig. 15 부산항 컨테이너 정기선 네트워크(2016년)

2012년부터 2016년까지의 연도별 부산항 컨테이너 정기선 항로 네트워크를 살펴보면 부산항을 중심으로 응집되어 있는 것으로 나타났으며, Eages 알고리즘 특성상 인접하지 않으면 멀리 떨어지도록 밀어내어 표현한 노드들이 연도별로 계속 나타났다. 이는 연도별로 서비스 항로 개수는 증가하여 노드의 수는 증가하였지만 새로운 노드는 아직 연결정도가 낮기 때문에 멀리 떨어지도록 표현되는 것으로 분석되어진다.

4.4 부산항 네트워크 중심성 분석

4.4.1 연결정도 중심성 분석

연결정도 중심성은 노드에 직접 연결된 이웃의 수를 측정하는 방법으로 네트워크 노드들이 얼마나 많은 연결을 가지고 있는지를 나타낸다. 따라서 한 노드의 연결정도가 높을수록 네트워크 상에서 연결정도 중심성이 높다. 또한 일반적으로 방향성이 있는 네트워크일 경우 내/외향 연결정도 중심성(In/Out Degree Centrality)이 각각 측정된다. 즉 연결정도 중심성은 내/외향 중심성의 합으로 계산된다.

Table 24와 같이 2012년부터 2016년까지의 부산항을 기항하는 컨테이너 정기선 항로 네트워크 연결정도 중심성을 분석한 결과를 보면, 부산항을 제외하고 싱가포르항이 지속적으로 상위를 유지하는 것으로 분석되었다. 반면 홍콩항은 지속적으로 상위를 유지하다가 2016년 중심성이 낮아지는 추세를 보였다. 그 다음으로 상해항, 선전항, 포르투랑항 등이 빈번한 순위 변화를 보이며 부산항에 영향력을 미치는 것으로 분석되었다.

항만 네트워크에서 연결 중심성이 높은 항만은 네트워크 내의 많은 다른 항만들과 직접적인 관계를 맺고 있음을 의미하므로 항만 네트워크에서 리더로써 큰 영향력을 행사하는 항만을 나타낸다고 할 수 있다(강동준 외 2명, 2014). 따라서 부산항 컨테이너 정기선 네트워크에서는 부산항을 제외한 싱가포르항이 높은 영향력을 행사하고 있음을 알 수 있다.

Table 24 부산항 컨테이너 정기선 네트워크 연결정도 중심성 분석

구분	순위	연결정도 중심성		
		항만	In Degree Centrality	Out Degree Centrality
2012	1	Busan	0.2482	0.2553
	2	Singapore	0.0957	0.1135
	3	Hongkong	0.0957	0.0993
	4	Shanghai	0.0745	0.0780
	5	Yokohama	0.0674	0.0709
	6	Shenzhen	0.0638	0.0745
	7	Suez	0.0567	0.0709
	8	Portklang	0.0674	0.0567
	9	Gwangyang	0.0426	0.0816
	10	Kaohsiung	0.0567	0.0567
	11	Ningbo	0.0567	0.0532
	12	Tokyo	0.0532	0.0390
	13	Xiamen	0.0390	0.0532
	14	Manzanillo	0.0426	0.0461
	15	Panama	0.0426	0.0461
2013	1	Busan	0.2518	0.2766
	2	Singapore	0.0957	0.1064
	3	Hongkong	0.0816	0.0957
	4	Shenzhen	0.0674	0.0816
	5	Suez	0.0674	0.0745
	6	Portklang	0.0745	0.0567
	7	Yokohama	0.0603	0.0709
	8	Shanghai	0.0638	0.0603
	9	Manzanillo	0.0638	0.0532
	10	Gwangyang	0.0426	0.0674
	11	Ningbo	0.0567	0.0496
	12	Tokyo	0.0567	0.0461
	13	Qingdao	0.0532	0.0496
	14	Kaohsiung	0.0426	0.0567
	15	keelung	0.0461	0.0390
2014	1	Busan	0.2310	0.2690
	2	Singapore	0.0897	0.1069
	3	Hongkong	0.0759	0.1000
	4	Shenzhen	0.0724	0.0690
	5	Shanghai	0.0621	0.0724
	6	Yokohama	0.0517	0.0793
	7	Portklang	0.0655	0.0552
	8	Suez	0.0517	0.0655

구분	순위	연결정도 중심성		
		항만	In Degree Centrality	Out Degree Centrality
	9	Manzanillo	0.0552	0.0552
	10	Gwangyang	0.0483	0.0586
	11	Kaohsiung	0.0517	0.0448
	12	Qingdao	0.0552	0.0379
	13	Tokyo	0.0448	0.0379
	14	Tanjungpelepas	0.0345	0.0448
	15	Ningbo	0.0414	0.0379

2015	1	Busan	0.2310	0.2673
	2	Singapore	0.1023	0.1023
	3	Hongkong	0.0858	0.0858
	4	Shanghai	0.0792	0.0924
	5	Portklang	0.0858	0.0726
	6	Suez	0.0627	0.0759
	7	Shenzhen	0.0528	0.0858
	8	Yokohama	0.0660	0.0660
	9	Kaohsiung	0.0594	0.0627
	10	Tanjungpelepas	0.0594	0.0594
	11	Gwangyang	0.0495	0.0594
	12	Manzanillo	0.0594	0.0495
	13	Ningbo	0.0363	0.0561
	14	Qingdao	0.0594	0.0330
	15	Tokyo	0.0462	0.0429

2016	1	Busan	0.2590	0.2590
	2	Singapore	0.0852	0.0951
	3	Shanghai	0.0918	0.0820
	4	Portklang	0.0754	0.0787
	5	Hongkong	0.0787	0.0656
	6	Shenzhen	0.0426	0.0918
	7	Suez	0.0656	0.0689
	8	Gwangyang	0.0623	0.0525
	9	Yokohama	0.0525	0.0590
	10	Tokyo	0.0525	0.0590
	11	Manzanillo	0.0525	0.0557
	12	Kaohsiung	0.0492	0.0590
	13	Qingdao	0.0754	0.0295
	14	Ningbo	0.0426	0.0557
	15	Hochiminh	0.0426	0.0361

주 : 부산항의 컨테이너 정기선 항로를 분석하였기 때문에 부산항의 중심성이 상위에 있음

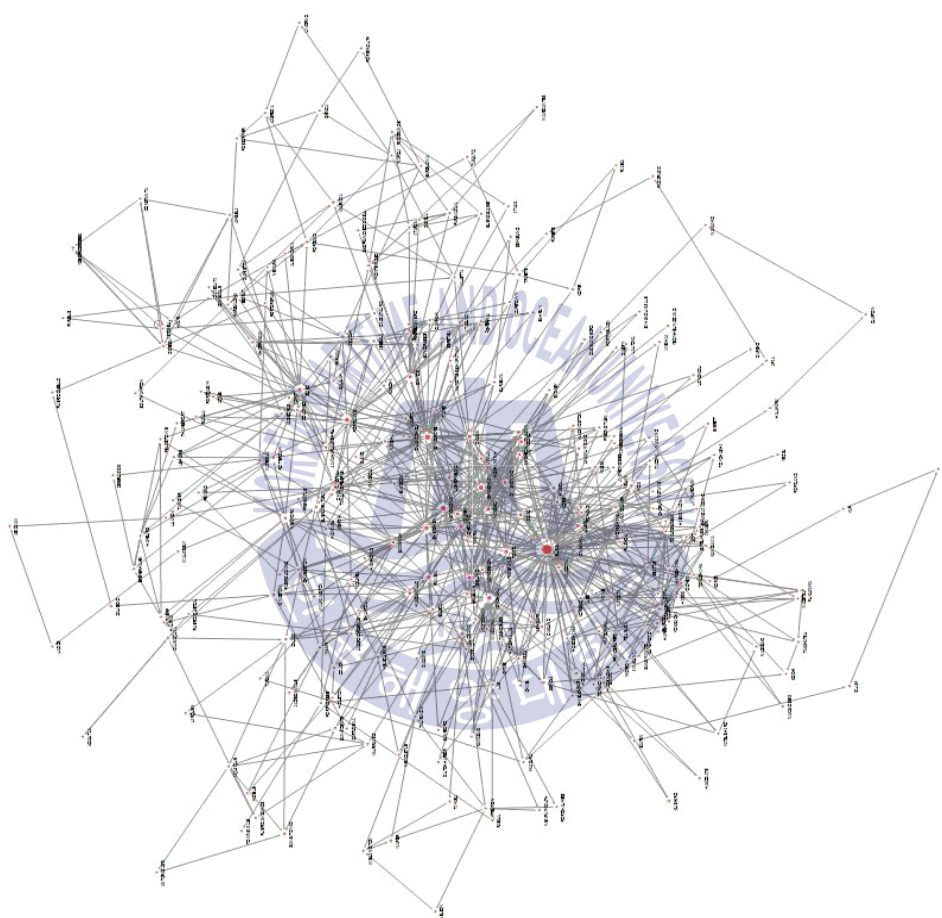


Fig. 16 연결정도 중심성 분석 결과 스프링 맵(2012년)

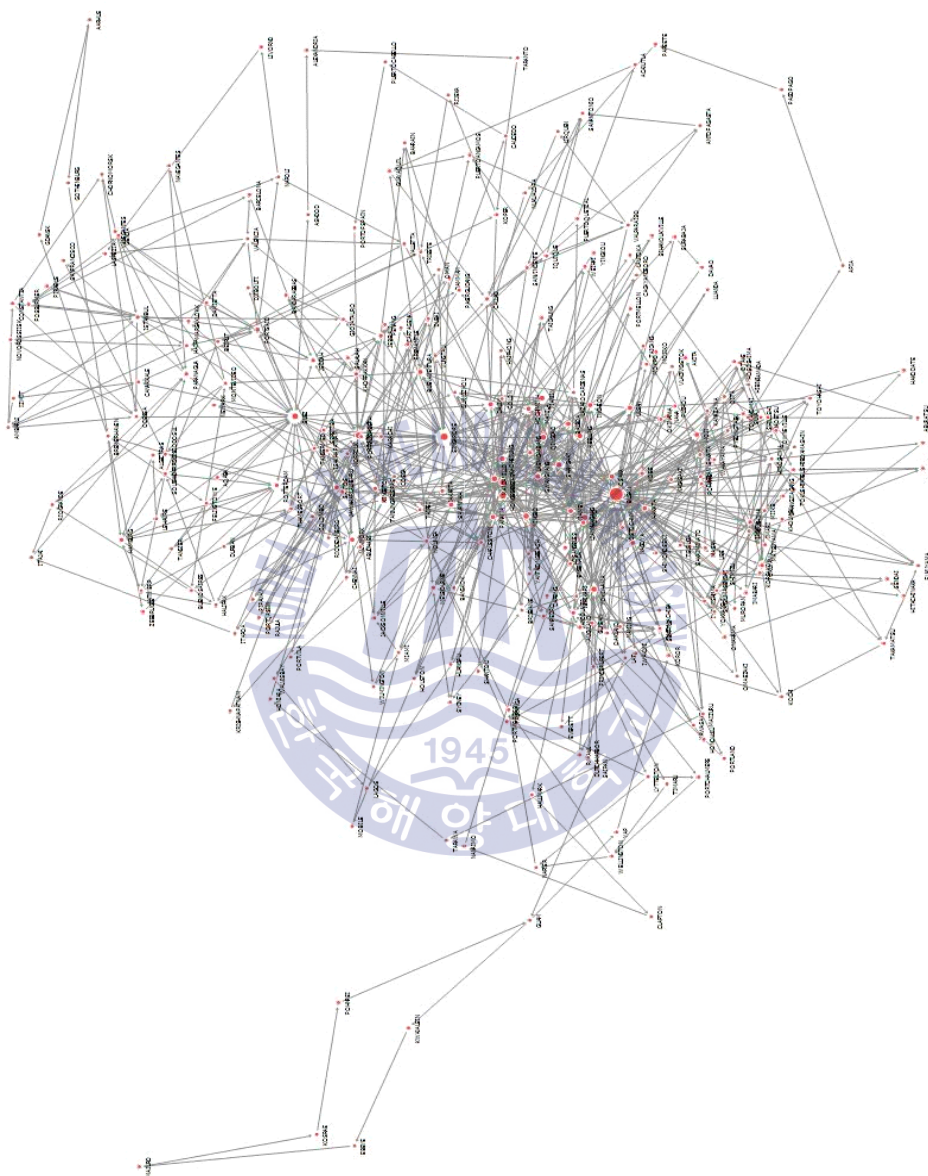


Fig. 17 연결정도 중심성 분석 결과 스프링 맵(2013년)

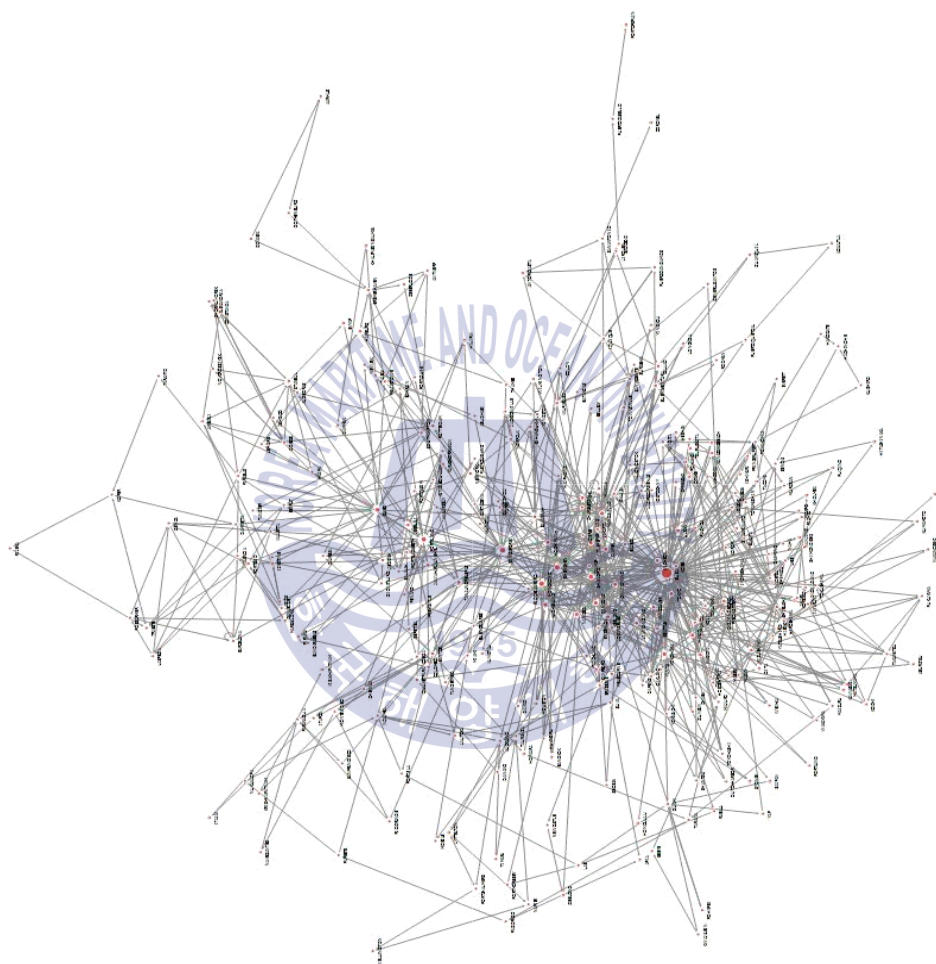


Fig. 18 연결정도 중심성 분석 결과 스프링 맵(2014년)

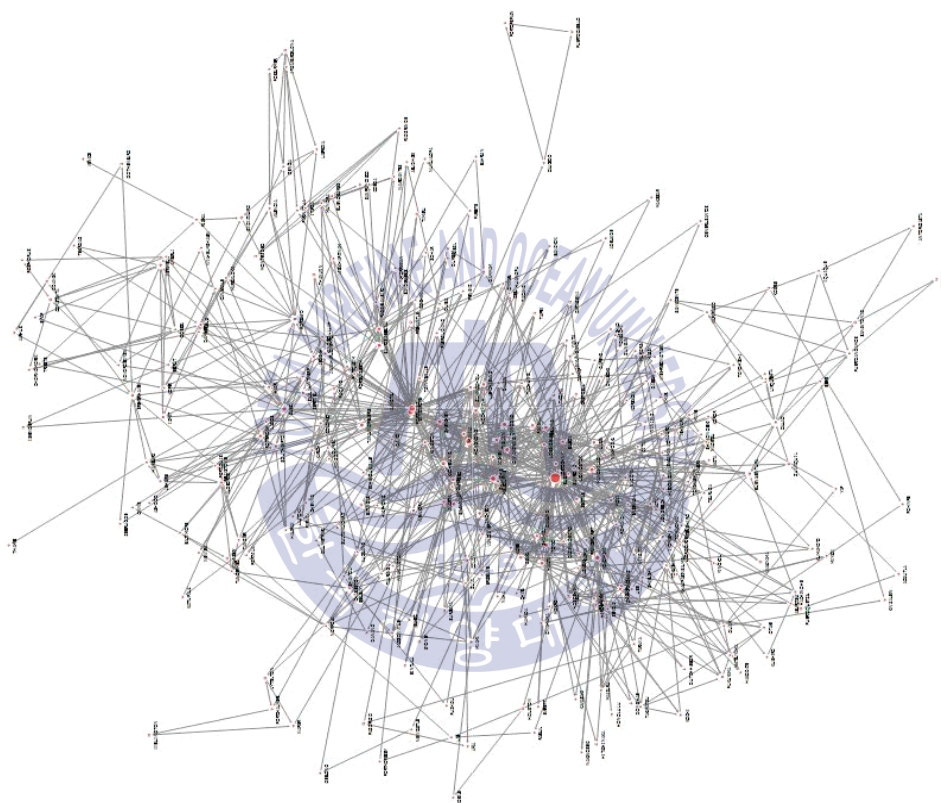


Fig. 19 연결정도 중심성 분석 결과 스프링 맵(2015년)

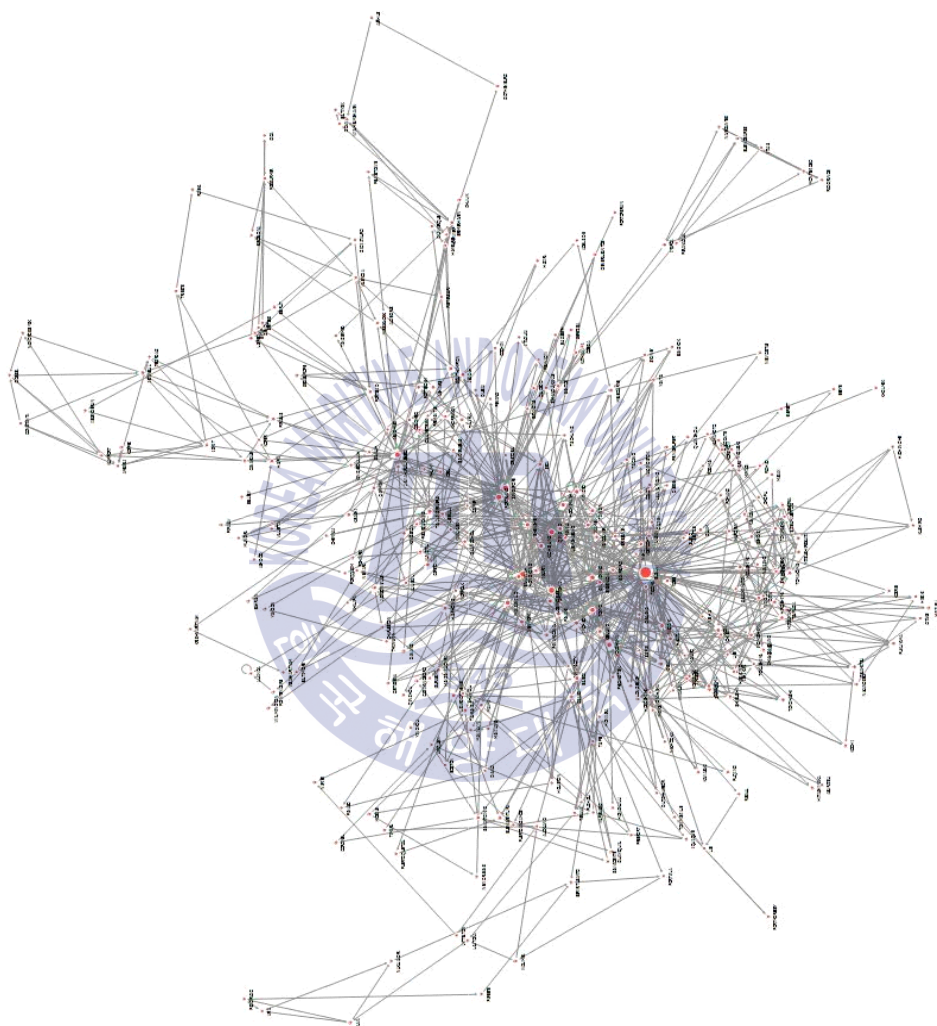


Fig. 20 연결정도 중심성 분석 결과 스프링 맵(2016년)

4.4.2 근접 중심성 분석

근접 중심성은 네트워크 내 모든 노드와의 연결거리를 측정하는 것을 의미하며, 한 노드의 근접도는 네트워크의 다른 모든 노드들과 얼마나 근접하게 연결되어 있는가 하는 개념을 나타낸다. 이러한 근접 중심성이 높다는 것은 네트워크 내에서 다른 노드들과 가장 가까운 거리에 있다는 것을 의미한다. 즉 네트워크 내 다른 노드와의 거리가 짧을수록 근접 중심성은 높다. 또한 연결정도 중심성과 마찬가지로 방향성이 있는 경우, In/Out Closeness Centrality가 각각 계산된다.

Table 25와 같이 2012년부터 2016년까지의 부산항을 기항하는 컨테이너 정기선 항로 네트워크 근접 중심성을 분석한 결과를 보면 부산항을 제외하고 싱가포르항, 선전항이 빈번한 순위 변화를 보이며 상위를 유지하고 있는 것으로 분석되었다. 또한 홍콩항은 연결정도 중심성과 유사하게 상위를 유지하다가 2016년 중심성이 낮아지는 추세를 보였다. 그 다음으로 Ningbo항과 Kaohsiung항은 순위가 떨어지고 있는 반면 Shanghai항은 순위가 높아지고 있는 것으로 분석되었다.

근접 중심성이 높은 항만은 네트워크상에서 핵심이 되는 항만과 가까운 거리에 위치하고 있어 주요 정보를 빠르게 확보할 가능성이 높다고 할 수 있으며, 전체 항만 네트워크 내에서 가장 중심위치에 존재하는 항만은 정보, 권력, 영향력, 지위, 물동량에 대한 확보와 접근이 쉽기 때문에 네트워크상에서 영향력이 크다고 할 수 있다(강동준 외 2명, 2014). 따라서 부산항 컨테이너 정기선 네트워크에서는 부산항을 제외한 싱가포르항, 홍콩항, 선전항이 가장 빨리 다른 항만에 영향을 주거나 받을 수 있는 영향력이 크다고 할 수 있다.

Table 25 부산항 컨테이너 정기선 네트워크 근접 중심성 분석

구분	순위	근접 중심성		
		항만	In Closeness Centrality	Out Closeness Centrality
2012	1	Busan	0.4097	0.4047
	2	Hongkong	0.3640	0.3700
	3	Singapore	0.3338	0.3797
	4	Shenzhen	0.3469	0.3604
	5	Ningbo	0.3487	0.3408
	6	Kaohsiung	0.3396	0.3499
	7	Shanghai	0.3527	0.3346
	8	Gwangyang	0.3426	0.3416
	9	Dalian	0.3514	0.3326
	10	Yokohama	0.3259	0.3416
	11	Manila	0.3298	0.3326
	12	Qingdao	0.3334	0.3240
	13	Savannah	0.3310	0.3247
	14	Tianjin	0.3400	0.3133
	15	Panama	0.3294	0.3228
2013	1	Busan	0.3989	0.3874
	2	Hongkong	0.3522	0.3588
	3	Shenzhen	0.3436	0.3552
	4	Singapore	0.3182	0.3790
	5	Kaohsiung	0.3369	0.3431
	6	Ningbo	0.3365	0.3361
	7	Dalian	0.3411	0.3294
	8	Manzanillo	0.3337	0.3322
	9	Tianjin	0.3349	0.3302
	10	Savannah	0.3237	0.3402
	11	Shanghai	0.3406	0.3179
	12	Qingdao	0.3306	0.3183
	13	Gwangyang	0.3302	0.3165
	14	Yokohama	0.3074	0.3325
	15	Panama	0.3185	0.3205
2014	1	Busan	0.3976	0.4149
	2	Singapore	0.3653	0.3836
	3	Hongkong	0.3502	0.3791
	4	Shenzhen	0.3502	0.3598
	5	Kaohsiung	0.3409	0.3444
	6	Shanghai	0.3422	0.3404
	7	Ningbo	0.3367	0.3436
	8	Qingdao	0.3358	0.3219

구분	순위	근접 중심성		
		항만	In Closeness Centrality	Out Closeness Centrality
	9	Gwangyang	0.3309	0.3258
	10	Savannah	0.3065	0.3448
	11	Panama	0.3090	0.3408
	12	Manzanillo	0.3133	0.3345
	13	Keelung	0.3218	0.3201
	14	Xiamen	0.3215	0.3194
	15	Portklang	0.3173	0.3215
2015	1	Busan	0.4152	0.4197
	2	Singapore	0.3763	0.3930
	3	Hongkong	0.3611	0.3736
	4	Shenzhen	0.3505	0.3764
	5	Shanghai	0.3557	0.3629
	6	Portklang	0.3348	0.3778
	7	Kaohsiung	0.3531	0.3586
	8	Ningbo	0.3416	0.3515
	9	Hochiminh	0.3425	0.3431
	10	Gwangyang	0.3344	0.3378
	11	Manila	0.3344	0.3370
	12	Xiamen	0.3290	0.3397
	13	Qingdao	0.3487	0.3098
	14	Manzanillo	0.3279	0.3297
	15	Tanjungpelepas	0.3238	0.3308
2016	1	Busan	0.4089	0.4008
	2	Singapore	0.3621	0.3782
	3	Shenzhen	0.3331	0.3684
	4	Manzanillo	0.3479	0.3472
	5	Shanghai	0.3409	0.3508
	6	Hongkong	0.3425	0.3488
	7	Portklang	0.3078	0.3658
	8	Ningbo	0.3246	0.3425
	9	Kaohsiung	0.3068	0.3476
	10	Hochiminh	0.3217	0.3326
	11	Suez	0.3224	0.3290
	12	Qingdao	0.3442	0.3013
	13	Tokyo	0.3221	0.3219
	14	Panama	0.3210	0.3155
	15	Gwangyang	0.3297	0.3053

주 : 부산항의 컨테이너 정기선 항로를 분석하였기 때문에 부산항의 중심성이 상위에 있음

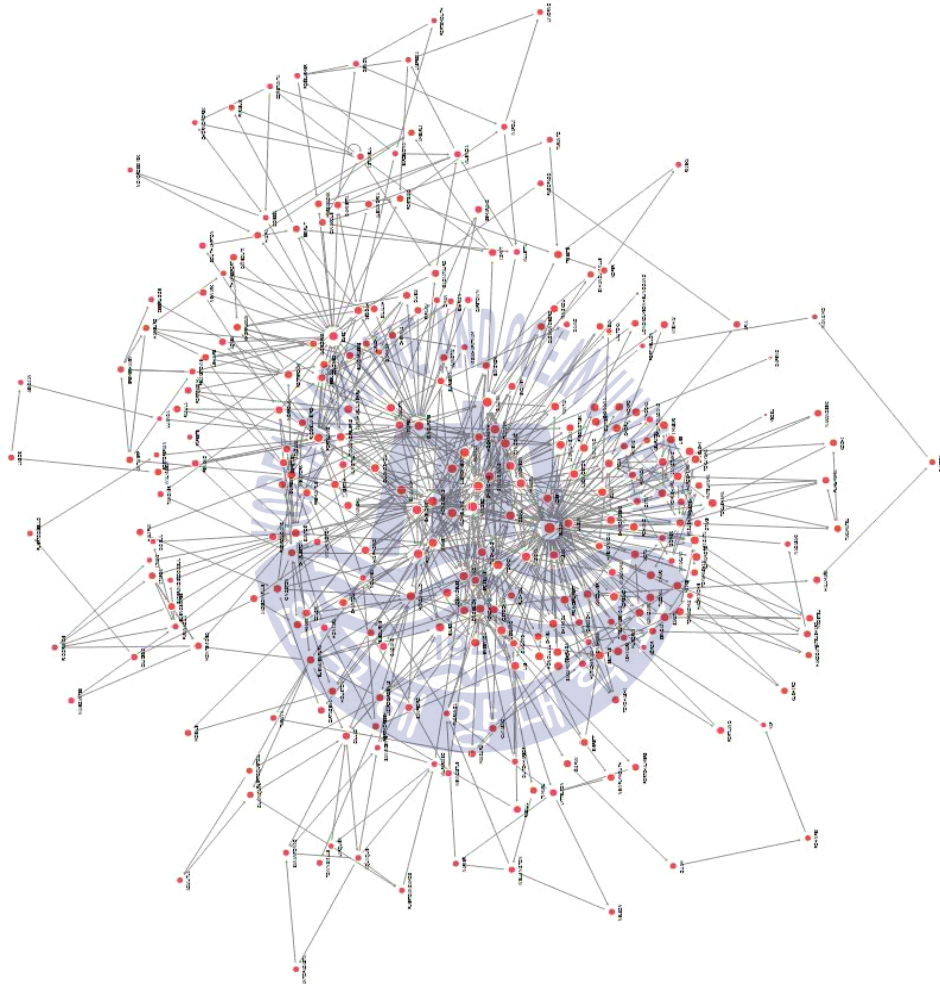


Fig. 21 근접 중심성 분석 결과 스프링 맵(2012년)

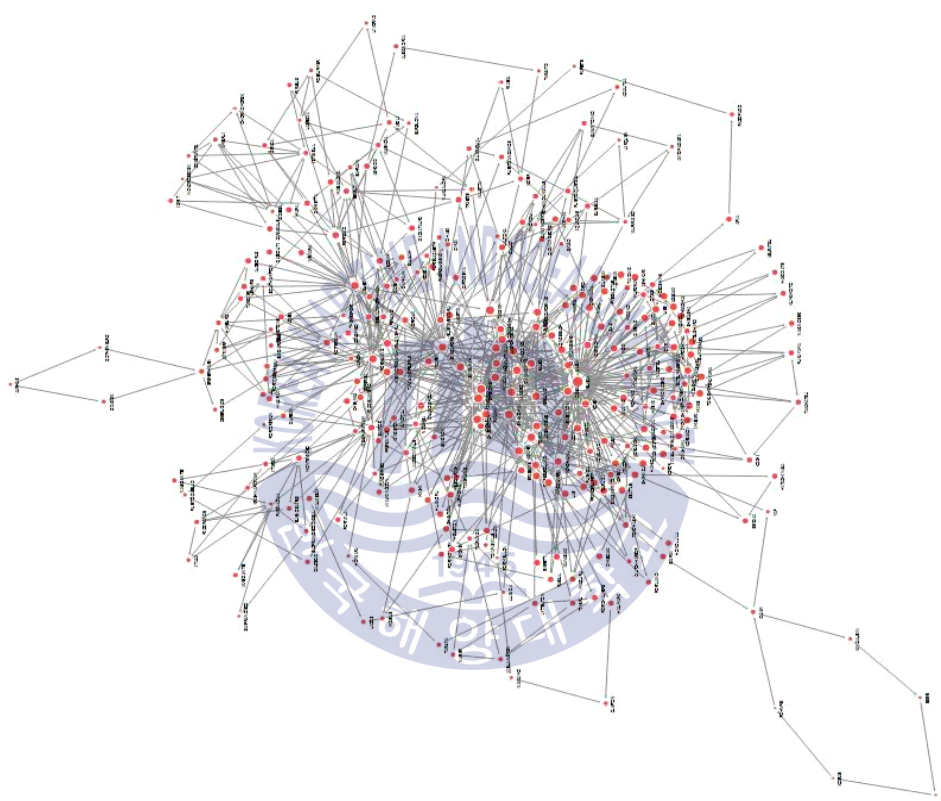


Fig. 22 근접 중심성 분석 결과 스프링 맵(2013년)

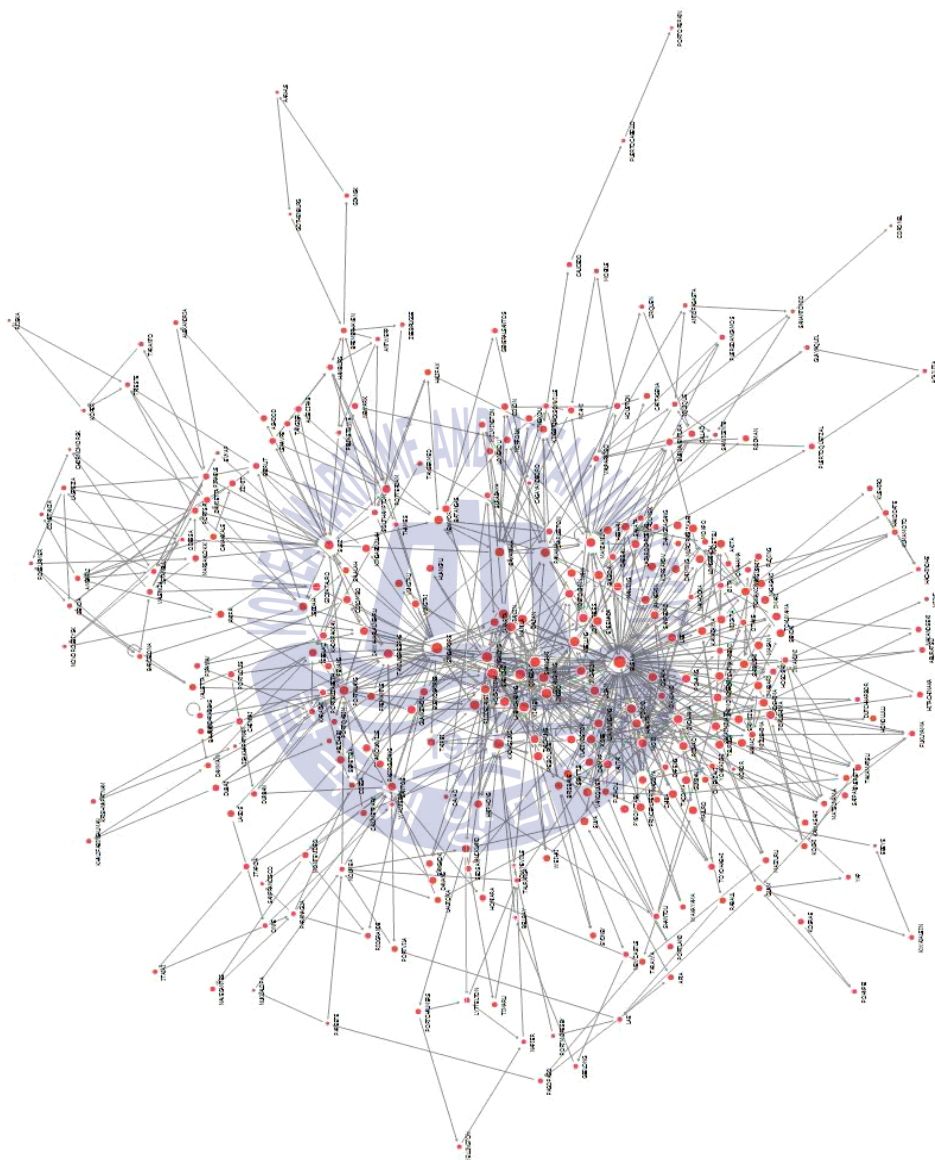


Fig. 23 근접 중심성 분석 결과 스프링 맵(2014년)

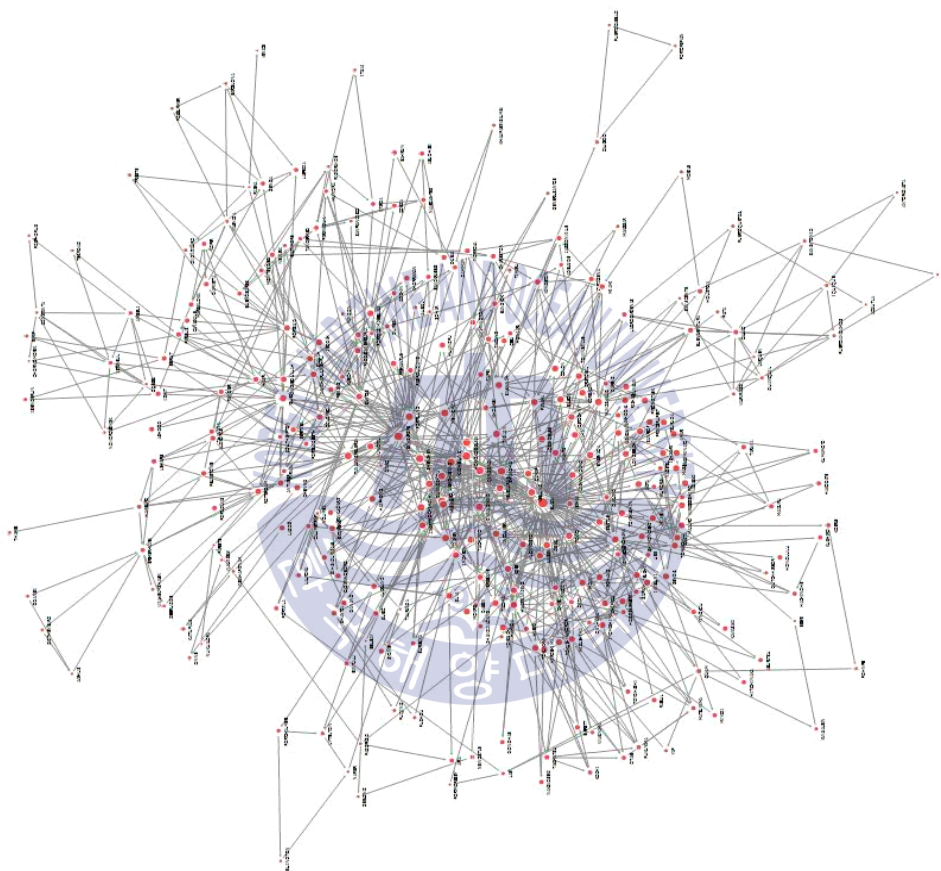


Fig. 24 근접 중심성 분석 결과 스프링 맵(2015년)

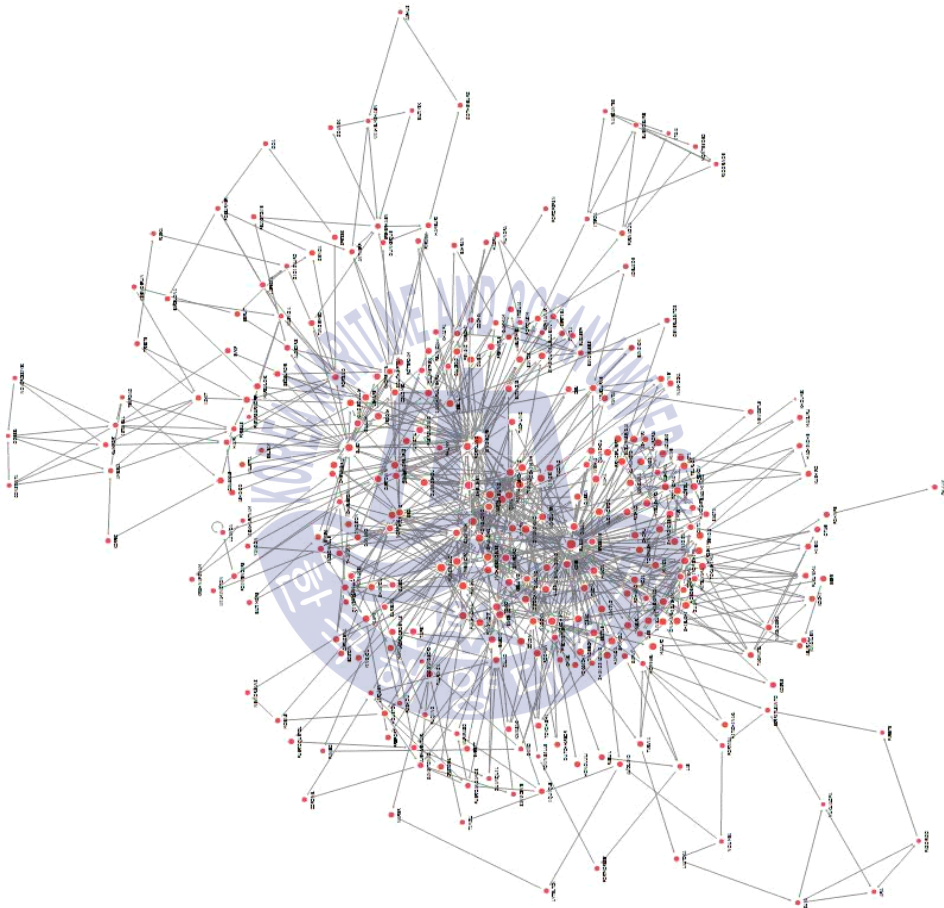


Fig. 25 근접 중심성 분석 결과 스프링 맵(2016년)

4.4.3 매개 중심성 분석

매개 중심성은 다른 노드 간 연결을 매개하는 빈도로 측정되며, 한 노드가 네트워크 내 다른 노드들 사이에 위치하는 정도를 측정하는 것을 말한다. 즉 노드 간 네트워크를 구축하는데 있어 중개자 역할을 얼마나 수행하느냐를 측정하는 개념이다. 따라서 이 노드가 제거될 경우 네트워크 전체 연결과 흐름에 영향을 미친다고 할 수 있다.

Table 26과 같이 2012년부터 2016년까지의 부산항을 입·출항하는 컨테이너 정기선 항로 네트워크 매개 중심성을 분석한 결과를 보면 부산항을 제외하고 싱가포르항이 지속적으로 매개 중심성이 가장 높게 분석되었다. 이는 유럽과 아시아의 무역로를 잇는 지리적 이점을 가진 위치에 있어 이러한 매개자 역할을 한다고 볼 수 있다. 또한 세계 물동량의 20%가 통과하는 수에즈항도 지속적으로 매개 중심성이 높게 분석되었다.

항만 네트워크에서의 매개 중심성은 선사들에 의해 항만과 항만을 연결시켜주는 것으로 볼 수 있기 때문에 매개 중심성 지표가 높을수록 환적 물동량을 높일 수 있는 항만으로 볼 수 있다(임병학, 김삼문, 홍한국, 2011). 본 연구에서 분석한 매개 중심성 결과에서도 세계 주요 컨테이너 환적 항만인 싱가포르항, 탄중펠레파스항, 포트클랑항, 홍콩항 등이 결과값이 높게 분석된 것으로 보아 부산항과 연결되어 있는 항만 네트워크에서 매개자 역할을 한다는 사실을 반증하고 있다.

Table 26 부산항 컨테이너 정기선 네트워크 매개 중심성 분석

구분	순위	매개 중심성	
		항만	BC
2012	1	Busan	0.4902
	2	Singapore	0.2002
	3	Suez	0.1450
	4	Hongkong	0.1235
	5	Dalian	0.1012
	6	Santos	0.0850
	7	Yokohama	0.0770
	8	Portklang	0.0698
	9	Manzanillo	0.0617
	10	Savannah	0.0541
	11	Shenzhen	0.0513
	12	Tanjungpelepas	0.0443
	13	Shanghai	0.0427
	14	Kaohsiung	0.0334

구분	순위	매개 중심성	
		항만	BC
	15	Tauranga	0.0330
2013	1	Busan	0.5101
	2	Singapore	0.1976
	3	Suez	0.1688
	4	Hongkong	0.1020
	5	Portklang	0.0905
	6	Manzanillo	0.0813
	7	Dalian	0.0800
	8	Santos	0.0763
	9	Savannah	0.0701
	10	Yokohama	0.0656
	11	Shenzhen	0.0595
	12	Kaohsiung	0.0517
	13	Guam	0.0454
	14	Noumea	0.0445
	15	Tokyo	0.0386
2014	1	Busan	0.4971
	2	Singapore	0.2641
	3	Suez	0.1381
	4	Portklang	0.1123
	5	Hongkong	0.1121
	6	Manzanillo	0.0742
	7	Yokohama	0.0715
	8	Kaohsiung	0.0586
	9	Shenzhen	0.0582
	10	Savannah	0.0531
	11	Santos	0.0510
	12	Shanghai	0.0505
	13	Rotterdam	0.0432
	14	Tanjungpelepas	0.0419
	15	Jeddah	0.0306
2015	1	Busan	0.4977
	2	Singapore	0.2320
	3	Portklang	0.1572
	4	Suez	0.1108
	5	Manzanillo	0.0897
	6	Santos	0.0781
	7	Hongkong	0.0729
	8	Yokohama	0.0665

구분	순위	매개 중심성	
		항만	BC
	9	Kaohsiung	0.0616
	10	Shenzhen	0.0614
	11	Tanjungpelepas	0.0610
	12	Shanghai	0.0594
	13	Savannah	0.0385
	14	Portsaid	0.0368
	15	Haifa	0.0320
2016	1	Busan	0.5174
	2	Singapore	0.2010
	3	Suez	0.1664
	4	Portklang	0.1413
	5	Manzanillo	0.1036
	6	Shenzhen	0.0743
	7	Portsaid	0.0594
	8	Yokohama	0.0576
	9	Shanghai	0.0568
	10	Santos	0.0525
	11	Hongkong	0.0509
	12	Honiara	0.0499
	13	Rotterdam	0.0452
	14	Tokyo	0.0434
	15	Tarawa	0.0398

주 : 부산항의 컨테이너 정기선 항로를 분석하였기 때문에 부산항의 중심성이 상위에 있음

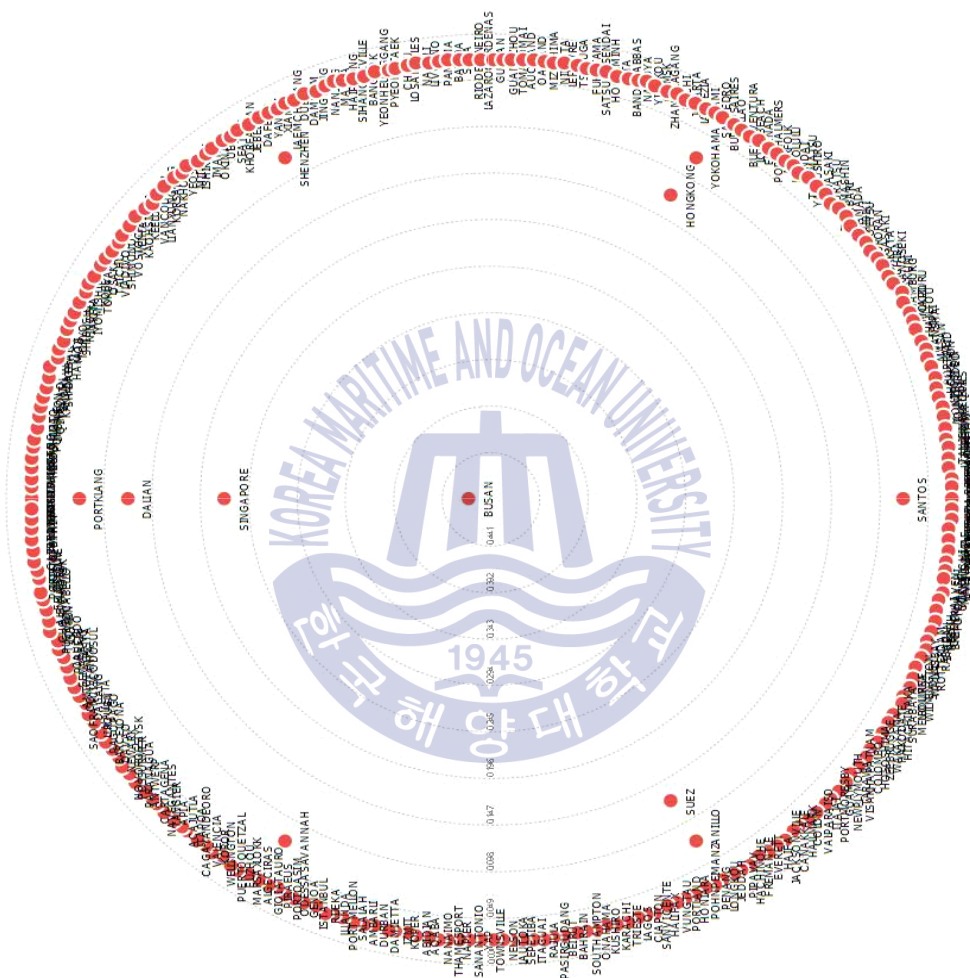


Fig. 26 매개 중심성 분석 결과 스프링 맵(2012년)

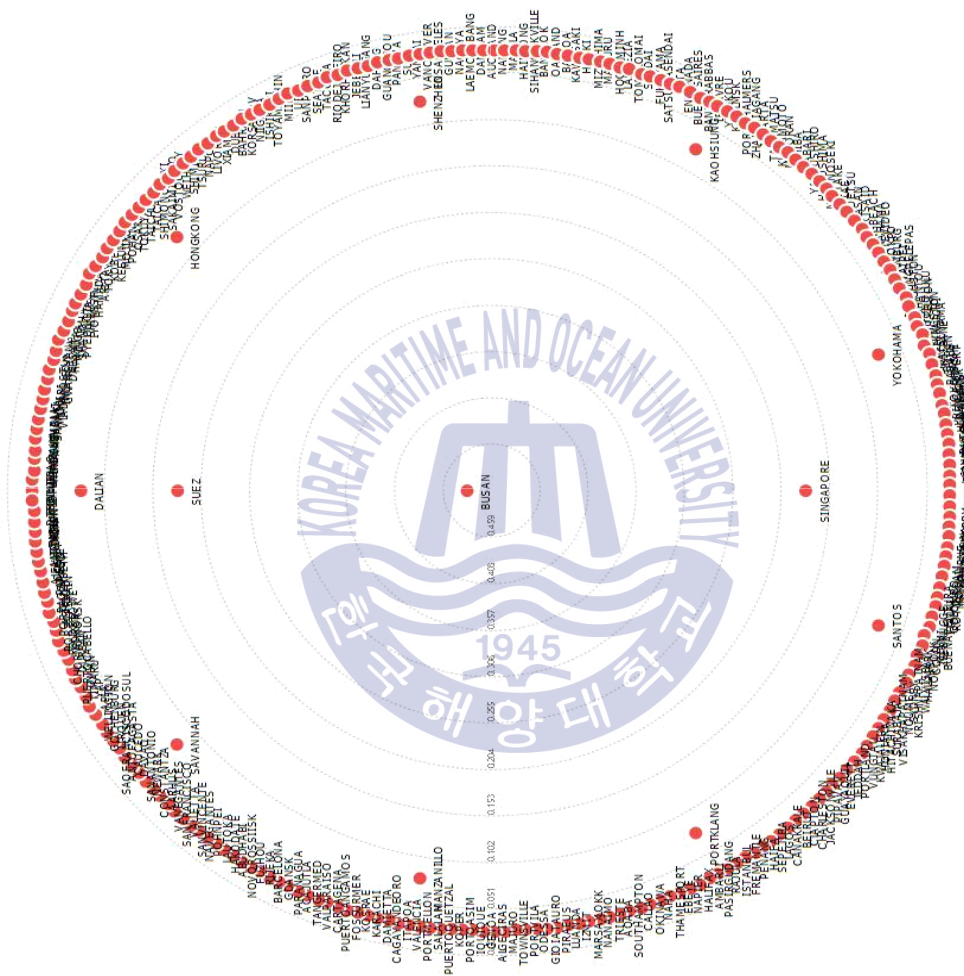


Fig. 27 매개 중심성 분석 결과 스프링 맵(2013년)

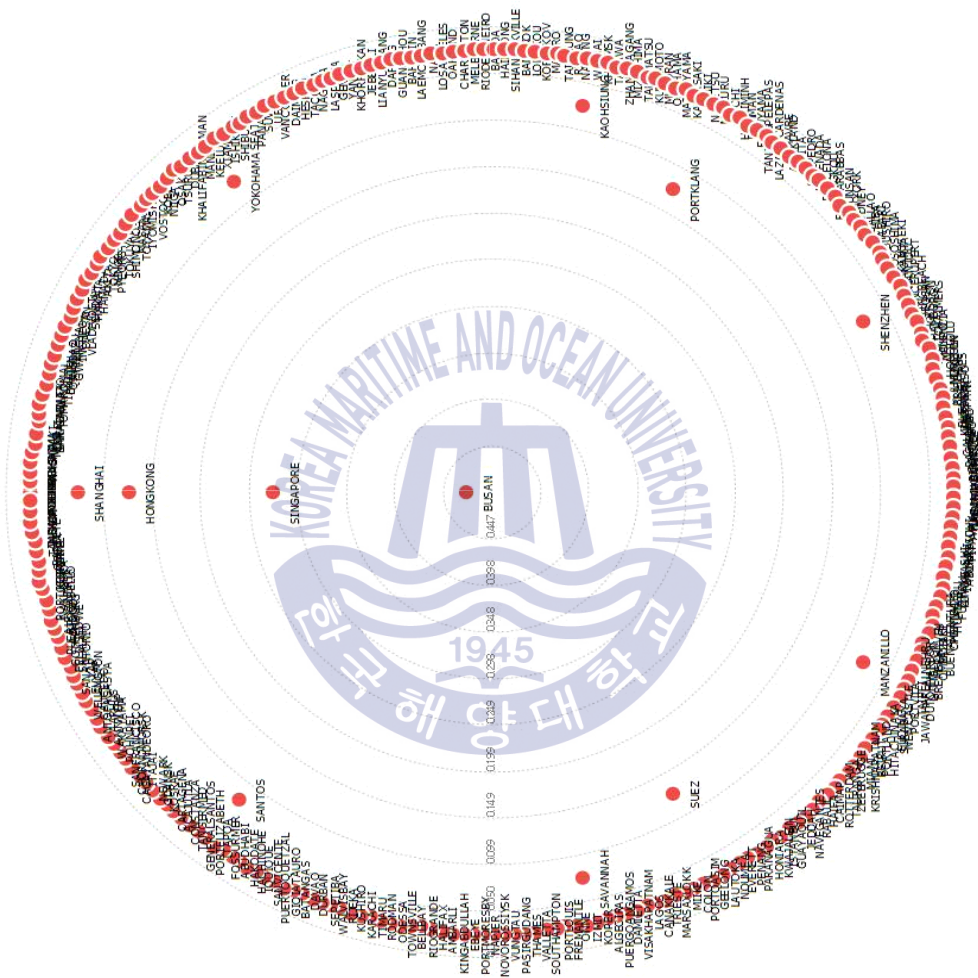


Fig. 28 매개 중심성 분석 결과 스프링 맵(2014년)

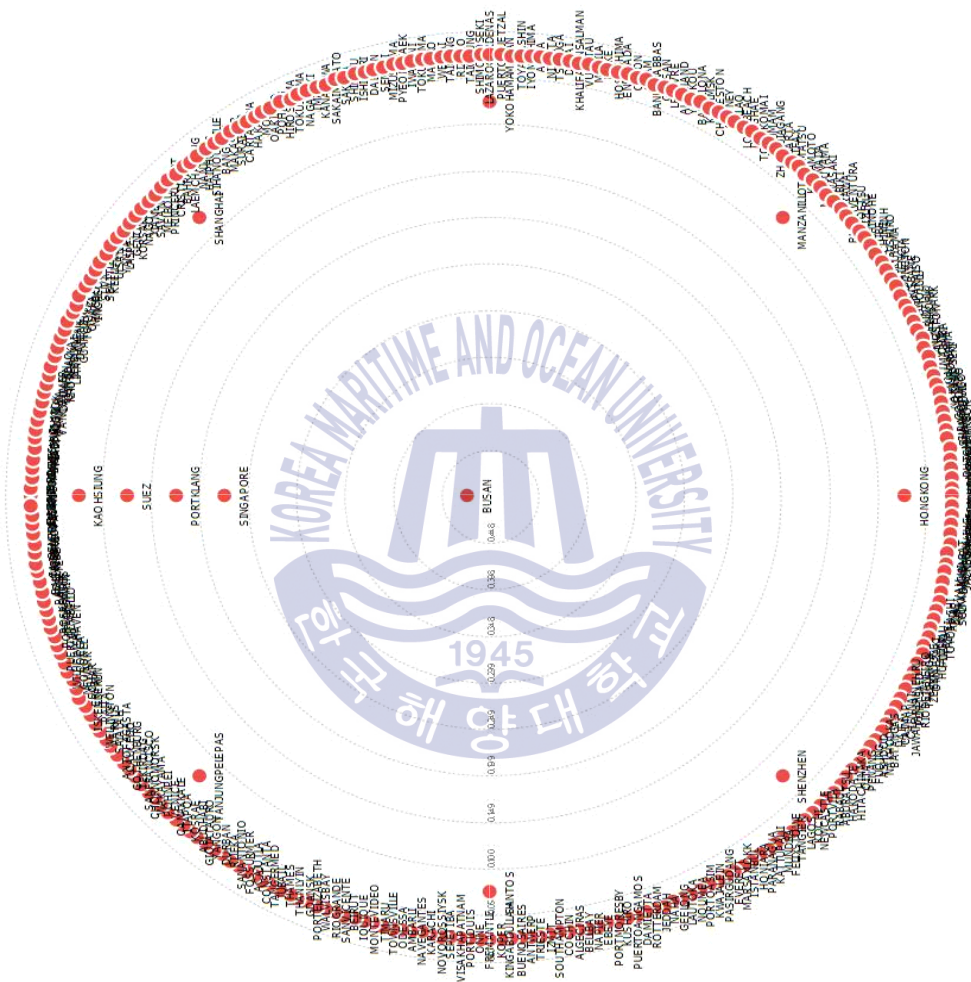


Fig. 29 매개 중심성 분석 결과 스프링 맵(2015년)

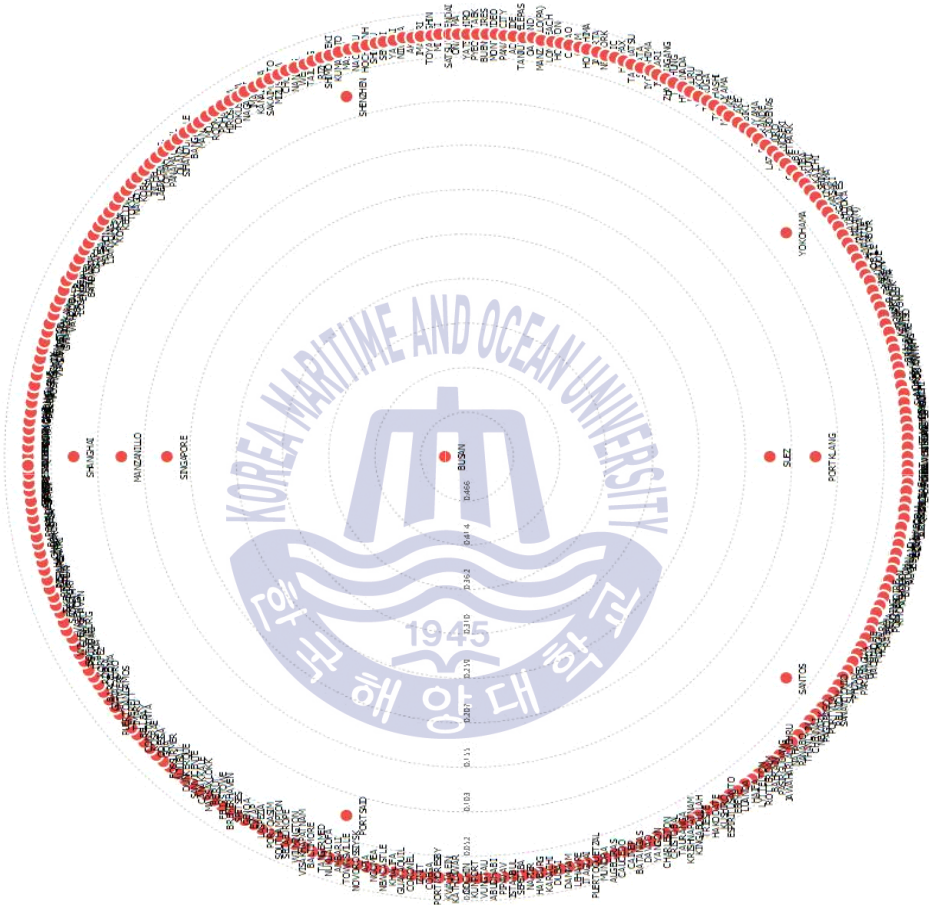


Fig. 30 매개 중심성 분석 결과 스프링 맵(2016년)

4.5 네트워크상 중심성 분석 값과 물동량 변화의 상관관계

연도별 주요 국가 항만별 처리 물동량 순위와 부산항 컨테이너 정기선 항로 네트워크상 중심성 분석 결과를 상호 비교하였을 때 순위가 상이한 것으로 파악되었다. 부산항과 주요 국가 항만별 컨테이너 처리 물동량 순위에서는 중국 동부 항만이 대부분 상위권을 점하고 있으나 이는 네트워크상 중심성 결과와는 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉 실제 처리하는 컨테이너 물동량과 네트워크상 간의 영향력은 다른 것으로 분석되었다.

따라서 비록 정기선 서비스 수는 증가하더라도 해당 노선에 투입되는 선박이 중소형으로 한정되어 있는 것으로 추정할 수 있다. 또한 부산항을 기항하는 컨테이너 정기선 항로 네트워크상 주로 싱가포르항과 연결되어 있는 것으로 분석되었으며, 이는 부산항이 싱가포르항 기항을 위한 피더항(Feeder Port)의 성격을 띠고 있는 것으로 추정된다.

Table 27 부산항 주요 국가 항만별 처리 물동량과 네트워크 간 순위 비교

연도	순위	물동량	연결정도 중심성	근접 중심성	매개 중심성
2012	1	Tianjin	Singapore	Singapore	Singapore
	2	Qingdao	Shanghai	Shenzhen	Dalian
	3	Shanghai	Shenzhen	Ningbo	Yokohama
	4	Losangeles	Yokohama	Kaohsiung	Portklang
	5	Dalian	Portklang	Shanghai	Manzanillo
2013	1	Tianjin	Singapore	Shenzhen	Singapore
	2	Qingdao	Shenzhen	Singapore	Portklang
	3	Shanghai	Yokohama	Kaohsiung	Manzanillo
	4	Dalian	Portklang	Ningbo	Dalian
	5	Losangeles	Shanghai	Dalian	Savannah
2014	1	Tianjin	Singapore	Singapore	Singapore
	2	Qingdao	Shenzhen	Shenzhen	Portklang
	3	Shanghai	Shanghai	Kaohsiung	Manzanillo
	4	Dalian	Yokohama	Shanghai	Yokohama
	5	Losangeles	Portklang	Ningbo	Kaohsiung

연도	순위	물동량	연결정도 중심성	근접 중심성	매개 중심성
2015	1	Tianjin	Singapore	Singapore	Singapore
	2	Qingdao	Shanghai	Shenzhen	Portklang
	3	Shanghai	Portklang	Shanghai	Manzanillo
	4	Longbeach	Shenzhen	Portklang	Yokohama
	5	Dalian	Yokohama	Kaohsiung	Kaohsiung
2016	1	Tianjin	Singapore	Singapore	Singapore
	2	Qingdao	Shanghai	Shenzhen	Portklang
	3	Shanghai	Portklang	Manzanillo	Manzanillo
	4	Longbeach	Shenzhen	Shanghai	Shenzhen
	5	Dalian	Yokohama	Portklang	Yokohama



제5장 결론

5.1 연구결과 및 시사점

본 연구에서는 부산항을 중심으로 사회연결망 분석을 이용하여 부산항을 기항하고 있는 컨테이너 정기선 항로의 패턴 분석을 통해 부산항과 연결되어 있는 항만 네트워크의 구조적인 특성을 살펴보았다. 본 연구는 부산항 중심으로 항만 네트워크 구조를 파악하고 세계 주요항만의 중심성을 파악한 연구이며, 실제 부산항을 기항하는 정기선의 서비스 항로에 따른 기항패턴을 활용하여 분석하였다. 또한 연도별 중심성 추이를 분석하고자 시계열 자료(2012년~2016년)를 이용하였다.

먼저 2012년부터 2016년까지 부산항의 지역별 컨테이너 정기선 항로 현황을 분석한 결과 358개에서 173개 항로로 연도별 약 10.4% 증가율을 보이며 증가하는 것으로 나타났다. 특히 베트남의 대외교역 성장세 및 한국의 베트남 투자 확대에 의해 한국발 베트남 물동량이 증가하였으며, 그로 인해 한국-동남아시아 컨테이너 항로 증가에도 많은 영향을 미친 것을 알 수 있었다. 또한 부산항은 국내 컨테이너 물동량의 75%를 처리하는 만큼 광양, 인천항과 다르게 유럽, 남미, 중동, 대양주, 아프리카까지 정기선 항로가 다변화 되고 있는 것으로 나타났다.

항만 네트워크의 구조적인 특성으로 부산항 컨테이너 정기선 항로가 구성하는 항만 네트워크는 2012년부터 2016년까지 평균 293개 항만으로 구성되어 있으며, 링크의 평균수는 1,124개로 나타났다. 항만 네트워크의 밀도는 평균 0.013이며, 평균거리는 4.222로 분석되어 부산항 네트워크 특성은 여섯 단계의 분리이론과 같음을 반증하였다.

또한 2012년부터 2016년까지의 연도별 부산항 컨테이너 정기선 항로 네트워크를 시각화하여 살펴보고자 연결구조가 잘 드러나도록 노드를 배치하고, 연결구조의 특성을 직관적으로 표현할 수 있는 네트워크 시각화 기법인 힘기반 그래프 배치 알고리즘을 활용하였다. 그 중 응집그룹을 강조하여 표현하는 Eades 알고리즘을 활용하였으며, 분석결과 부산항을 중심으로 응집그룹을 형성하고 있는 것으로 확인되었다.

부산항 컨테이너 정기선 항로 네트워크 중심성 분석결과 연결정도 중심성 순위는 부산항을 제외하고 싱가포르항이 지속적으로 중심성이 높게 분석되었다. 반면 홍콩항은 지속적으로 상위를 유지하다가 2016년 중심성이 낮아지는 추세를 보였다.

근접 중심성 분석결과는 부산항을 제외하고 싱가포르항, 선전항이 빈번한 순위 변화를 보이며 상위를 유지하는 것으로 나타났다. 반면 홍콩항은 연결정도 중심성 결과와 비슷하게 지속적으로 상위를 유지하다가 2016년 중심성이 낮아지는 추세를 보였으며, Ningbo항과 Kaohsiung항은 순위가 떨어지고 있는 것으로 분석되었다.

매개 중심성 또한 부산항을 제외하고 싱가포르항이 중심성이 가장 높게 분석되었으며, 이는 유럽과 아시아의 무역로를 잇는 지리적 이점을 가진 위치에 있어 매개자 역할을 한다고 볼 수 있다. 세계 물동량의 20%가 통과하는 수에즈항도 지속적으로 매개 중심성이 높게 분석되었다. 또한 항만 네트워크에서 매개 중심성은 선사들에 의해 항만과 항만을 연결시켜주는 것으로 볼 수 있기 때문에 매개 중심성 지표가 높을수록 환적 물동량을 높일 수 있는 항만으로 볼 수 있는데 본 연구에서 분석한 결과 세계 주요 컨테이너 환적 항만인 싱가포르항, 탄중펠레파스항, 포트클랑항 등이 중심성이 높게 분석된 것으로 보아 매개자 역할을 한다는 사실을 반증하고 있다.

본 연구를 통해 부산항 컨테이너 정기선 항로 패턴의 중심성을 분석한 결과 네트워크 상 부산항에 지속적으로 높은 영향력을 가지는 항만은 싱가포르항으로 분석되었다. 하지만 2012년부터 2016년까지 부산항과 싱가포르 간의 컨테이너 처리 물동량은 낮은 비율을 차지하고 있기에 물동량과 네트워크상의 영향력은 동일하지 않다는 점을 밝혀냈다. 또한 실제 연도별 부산항 연계 주요 국가 항만별 처리 물동량 순위와 부산항 컨테이너 정기선 항로 네트워크 중심성 분석 결과 간 순위 비교 결과는 서로 상이한 것으로 나타났다. 즉 실제 처리하는 컨테이너 물동량과 컨테이너상 간의 영향력은 다른 것으로 분석되었다. 특히 부산항 처리 물동량의 높은 비율을 차지하고 있는 중국 동부 항만이 부산항 컨테이너 정기선 네트워크상에서 보았을 때 부산항의 허브항이라 보기 어렵다는 점을 확인하였다.

따라서 부산항 컨테이너 정기선 서비스 항로 수는 증가하더라도 해당 항로에 투입되는 선박이 중소형으로 한정되어 있는 것으로 추정할 수 있다. 또한 부산항을 기항하는 컨테이너 정기선 항로 네트워크상 주로 싱가포르항과 연결되어 있는 것으로 분석되었으며, 이는 부산항이 싱가포르항 기항을 위한 피더항(Feeder Port)의 성격을 띄고 있는 것으로 추정된다.

5.2 연구의 한계점 및 향후 연구방향

본 연구는 부산항을 중심으로 연구를 진행하였기 때문에 네트워크 중심성 분석 결과는 부산항이 가장 높게 나왔다는 점에서 그 한계점을 가지고 있다. 또한 컨테이너 정기선 항로에 대한 자료는 선사 측의 마케팅 및 보안의 이유로 공시된 자료가 아닌 부산항 관련 유관기관 내부 자료를 통해 연구를 진행한 점에서 자료 확보의 어려움이 있었다.

이를 바탕으로 향후 연구에서는 부산항뿐만 아니라 범위를 확대하여 인천항, 여수·광양항, 울산항 등 국내 항만의 컨테이너 정기선 항로 분석을 통해 국내 항만들과 동북아시아 및 글로벌 항만 간의 네트워크 중심성 분석을 진행하면 우리나라 항만을 기항하는 컨테이너선의 기항패턴에 대해 심층적인 분석이 가능할 것으로 판단된다. 이를 토대로 국내와 주요 교역국가 간의 수·출입 물동량 변화와 상관관계 분석을 통해 향후 국내 컨테이너 항만들의 포트세일을 위한 주요 척도로 활용할 수 있을 것으로 생각한다. 또한 국내선사 중 기간항로, 피더항로 간 네트워크 분석을 통해 네트워크상에서 두 항로를 연결하는 중심항인 허브항을 파악하고, 기존 피더항로 서비스 영역이었던 아시아 역내 시장에 기간항로 서비스를 제공하는 원양선사들의 노선 확대에 따른 변화에 대해 연도별 항로패턴 분석이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

<국내문헌>

- 강동준, 방희석, 우수한, 2014. 세계 주요 정기선사의 항만네트워크에 관한 연구. 한국항만경제학회지, 제30권, 제1호, pp.73-96.
- 김경식, 장미란, 2014. 17, 18대 국회의원의 체육법인 공동발의와 법안가결에 관한 사회연결망 분석. 한국스포츠사회학회지, 제27권, 제2호, pp.1-26.
- 김병국, 정석봉, 권기석, 2013. 사회연결망분석에 의한 온라인 쇼핑몰의 구매품목 관계 분석에 대한 연구. 디지털융복합연구, 제11권, 제11호, pp.209-217.
- 김성국, 2013. SNA를 이용한 우리나라 연안여객항로의 네트워크 분석에 관한 연구. 해양비즈니스, 제24권, pp.1-24.
- 김석수, 이상윤, Alexander Shishkov, 2016. 원양선사와 근해선사의 아시아 역내 해운 서비스 네트워크 비교 연구. 해운물류연구, 제32권, 제4호, pp.579-598.
- 김성희, 장로사, 2010. 사회 연결망 분석 연구동향 및 정보학 분야에서의 활용가능성에 관한 연구. 정보관리학회, 제27권, 제4호, pp.71-87.
- 김용학, 2014. 사회연결망 분석. 박영사.
- 김주혜, 권오경, 2014. 항만네트워크 중심성과 효율성간의 상관관계 분석 : 사회네트워크 분석을 중심으로. 로지스틱스연구, 제22권, 제4호, pp.1-15.
- 김태구, 조남욱, 홍정식, 2014. 사회연결망 분석을 이용한 국내 영화시장의 특성 연구. 한국콘텐츠학회, 제14권, 제1호, pp.95-122.
- 박기현, 2016. 사회연결망 분석을 활용한 컨테이너 정기선 항로 변화 분석 : 인천항을 중심으로. 석사학위논문. 인천대학교.
- 박력, 2011. 아시아 지역 항만 네트워크 분석을 통한 항만의 역할 분석 : 사회 네트워크 분석 접근법. 석사학위논문. 부산외국어대학교.

- 박용안, 최기영, 2013. 한일 정기선항로의 발달과 항만물동량 특성 분석. 해운물류연구, 제29권, 제1호, pp.53-81.
- 박용안, 2015. 광양항 해운과 내륙 네트워크 발달에 대한 고찰. 한국항만경제학회지, 제28권, 제3호, pp.215-234.
- 박창호, 노홍승, 여기태, 2000. 남북한 항만을 중심으로 한 동북아 항만물류네트워크 구축에 관한 연구. 해운학회지, 제31권, pp.91-116.
- 부산지방해양수산청, 2017. http://www.portbusan.go.kr/intro/intro_03_01_01.do.
- 부산항만공사, 2017. 부산항 컨테이너 수송통계.
- 부산항만공사, 2017. 부산항 항만물류정보시스템.
- 부산항만공사, 2017. 부산항 통계책자.
- 사이람, 2017. <http://www.netminer.com/main/main-read.do>.
- 서홍용, 2014. 우리나라 연안해운 물류체계의 공간적 네트워크 분석 : 시멘트를 중심으로. 석사학위논문. 서울대학교.
- 손동원, 2008. 사회네트워크분석. 경문사.
- 송민근, 차영두, 여기태, 2016. 키워드네트워크 분석을 활용한 중국 일대일로(OBOR) 사업에 관한 연구동향 분석. 해운물류연구, 제32권, 제2호, pp.387-413.
- 송영진, 2011. SNA분석방법의 이론과 응용방안. 석사학위논문. 중앙대학교.
- 오익근, 2015. 사회연결망 분석을 활용한 대구의 관광지 이미지 분석 : 온라인 빅데이터를 중심으로. 박사학위논문. 계명대학교.
- 유경옥, 김향미, 김재욱, 2013. 연결망 분석을 이용한 마케팅 분야의 고객가치 연구의 진화 및 발전과정에 관한 연구 : 저자 동시 인용 분석방법을 이용한 SSCI 상위 20위권 저널을 대상으로. 한국경영과학회, 제38권, 제2호, pp.1-24.
- 이수상, 2012. 네트워크 분석 방법론. 논형.
- 이승욱, 2017. 한중 정기선 패턴변화에 따른 항만 네트워크 분석. 석사학위논문. 중앙대학교.
- 이윤수, 2004. 세계 정기선 해운의 현황과 선사들의 대응전략. 해운물류연구, 제40권, pp.197-204.

- 이재무, 이재성, 2014. 사회연결망분석을 활용한 아이돌봄지원사업의 정책네트워크연구. 한국사회복지행정학회, 제16권, 제3호, pp.209-234.
- 임병학, 2011. 컨테이너항만 네트워크가 항만 생산성에 미치는 영향에 대한 연구 : 사회 네트워크 분석을 중심으로. 로지스틱스연구, 제19권, 제3호, pp.19-35.
- 임병학, 김삼문, 홍한국, 2011. 선사 국적을 기반으로 한 아시아 주요 항만 네트워크 비교 :사회네트워크분석(SNA) 접근법을 중심으로. 한국지식정보기술학회, 제6권, 제5호 pp.45-56.
- 장세은, 이수호, 2016. 키워드 네트워크 분석을 통한 세계 해운경제의 연구주제와 동향에 대한 연구. 한국항만경제학회지, 제32권 제1호, pp.79-95.
- 전준우, 차영두, 여기태, 2016. SNA를 이용한 아시아 지역 크루즈 항로의 네트워크 분석에 관한 연구. 한국항만경제학회지, 제32권, 제1호, pp.17-28.
- 정봉민, 2003. 컨테이너선의 대형화와 해운시황. 해운물류연구, 제37권, pp.19-30.
- 조운호, 방정혜, 2009. 신상품 추천을 위한 사회연결망분석의 활용. 지능정보연구, 제15권, 제4호, pp.183-199.
- 최상운, 2011. 사회연결망분석을 활용한 극단 공동참여 연결망의 동태적변화 분석 : 극단 연우무대를 중심으로. 한국예술연구, 제4권, pp.43-84.
- 최성구, 김주혜, 권오경, 2014. 세계 주요 공항의 효율성과 영향력 측정에 관한 연구: DEA 와 사회 네트워크 분석을 이용하여. 로지스틱스연구, 제22권, 제1호, pp.29-42.
- 한국개발연구원, 2017. 2017년 경제전망. KDI 경제정보센터 경제정책자료.
- 해양수산부, 2015. 컨테이너항만 적정하역능력 재산정.
- 해양수산부, 2017. 해양수산통계시스템.
- 해운항만물류정보센터(SP-IDC), 2017. 항만별 화물처리실적통계.
- 허무준, 2016. SNA를 이용한 국내 공컨테이너 수급 관리 : C사의 사례를 중심으로. 석사 학위논문. 한국해양대학교.

<국외문헌>

- Bames, J. A., 1954. Class and Committees in a Norwegian Island Parish. *Human Relations* 7, pp.39-58.
- Drew Mackie, 2009. Network mapping. <http://www.williemiller.co.uk/network-mapping.htm>.
- Freeman, L. C., 1979. Centrality in social networks conceptual classification. *Social Networks*, 1(3), pp.215-239.
- Fremont, A., 2007. Global maritime networks: the case of Maersk. *Journal of Transport Geography*, 15(6), pp.431-442.
- Molano, S., & Polo, A., 2015. Social Network Analysis in a Learning Community. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 185, pp.339-345.
- Otte, E., & Rousseau, R., 2002. Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of information Science*, 28(6), pp.441-453.
- Shafiq, O., Alhajj, R., & Rokne, J. G., 2015. On personalizing Web search using social network analysis. *Information Sciences*, 314, pp.55-76.
- Shuaian, W. Qiang, M. Zhuo, S., 2013. Container routing in liner shipping. *Transportation Research Part E* 49, pp.1-7.
- Wang, S., & Meng, Q., 2013. Reversing port rotation directions in a container liner shipping network. *Transportation Research Part B: Methodological*, 50, pp.61-73.
- Wang, S., Liu, Z., & Meng, Q., 2015. Segment-based alteration for container liner shipping network design. *Transportation Research Part B: Methodological*, 72, pp.128-145.
- Xu, M., Li, Z., Shi, Y., Zhang, X., & Jiang, S., 2015. Evolution of regional inequality in the global shipping network. *Journal of Transport Geography*, 44, pp.1-12.
- Yihong H. and Daoli Z., 2008. Empirical Analysis of the worldwide maritime transportation network. *Physica A : Statistical Mechanics and its Applications*, 388(10), pp.2061-2071.